

DIAGNOSTIC DES SYNERGIES ET SYMBIOSES INDUSTRIELLES
EXISTANTES
DANS LA MRC DE PIERRE-DE SAUREL

Par
Sophane Beaudin-Quintin

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement de
l'Université de Sherbrooke en vue de l'obtention du grade de Maître en
environnement (M.Env.)

Sous la direction de
Marc Olivier

CENTRE UNIVERSITAIRE DE FORMATION EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, 17 août 2011

SOMMAIRE

Mots clés : écologie industrielle, symbioses industrielles, synergies industrielles, Pierre-De Saurel.

Le présent essai fut réalisé en collaboration avec le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) de Sorel-Tracy. Il dresse un portrait général des symbioses industrielles présentes à l'international ainsi qu'un portrait plus spécifique à la MRC de Pierre-De Saurel. Les symbioses industrielles sont une forme d'échange d'énergie, d'eau et de matières premières entre plusieurs entreprises. Elles cherchent à boucler la boucle du cycle des ressources utilisées à travers les réseaux d'entreprises à l'aide d'une approche collaborative de développement industriel durable.

Un certain nombre de symbioses industrielles furent identifiées dans des secteurs industriels du monde entier. Le présent rapport présente les situations de Kalundborg au Danemark et de Kwinana et Gladstone en Australie. Il fut démontré que ces échanges ont tendance à naître d'initiatives d'entreprises privées et qu'elles sont par la suite très souvent propulsées par des organismes locaux. Ils se développent à long terme alors que progressivement des réseaux d'échanges se tissent, issus de collaborations entre les entreprises et les organismes. Ces échanges sont évidemment associés à des gains environnementaux et sociaux, mais aussi à des gains économiques.

Un grand nombre de synergies industrielles furent identifiées sur le territoire de la MRC de Pierre-De Saurel, laissant même entrevoir un début de symbiose industrielle. Les plus importantes synergies sont liées au secteur de la métallurgie, le secteur industriel dominant de la région. Il en ressort qu'elles permettent des opportunités d'économies en frais de gestion des matières résiduelles pour les entreprises qui fournissent leurs sous-produits. Les entreprises preneuses pour leur part ont la possibilité de s'approvisionner en matière à faible coût et parfois même de fabriquer un produit de qualité supérieure. Ce n'est pas un hasard si autant de synergies sont présentes dans la région. Ses différents acteurs sont grandement impliqués dans des projets d'écologie industrielle et de développement durable depuis de nombreuses années. De plus, la région est dotée d'un grand nombre d'outils de développement, dont plusieurs organismes de développement et des centres de recherches. Il est par ailleurs possible d'observer un fort esprit de collaboration.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Marc Olivier pour la direction de l'essai, son support et son implication dans le présent projet d'essai.

Il m'importe aussi de souligner ma reconnaissance envers le CTTÉI et toute son équipe pour avoir rendu ce projet possible et pour les efforts qu'ils consacrent au bien-être de toute la communauté. Ce fut un honneur de collaborer avec son équipe et je tiens à les remercier pour leur implication et pour avoir mis à ma disposition des ressources essentielles au projet.

Finalement, je tiens à remercier les organismes de la région et les entreprises qui furent généreuses en temps et en informations.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. Mise en contexte	3
1.1 Objectif de recherche	3
1.2 Portrait de la MRC de Pierre-De Saurel	3
1.2.1 Démographie	4
1.2.2 Économie	4
1.2.3 Environnement	9
1.3 Les symbioses industrielles	14
1.3.1 Identifier une symbiose industrielle	14
1.3.2 Différents types de synergies	15
1.3.3 Les motivations	17
1.3.4 Développer les symbioses	19
1.3.5 Propulser les symbioses	21
2. Méthodologie	24
2.1 Recherche de contacts	25
2.2 Renseignements recherchés	25
2.3 Collecte d'information	26
2.4 Analyse des données	26
2.5 Collaboration et confidentialité	27
3. Les symbioses industrielles à l'international	28
3.1 Le cas de Kalundborg, Danemark	28
3.2 Les cas de Kwinana et Gladstone, Australie	30
3.2.1 Kwinana	30
3.2.2 Gladstone	34
3.2.3 Incitatifs et limites aux symbioses des secteurs industriels de Kwinana et Gladstone	36
3.2.4 L'avenir de ces régions	39
4. Facteurs limitants aux symbioses	41
4.1 Économiques	41
4.2 Géographiques	42
4.3 Légaux	43
4.4 Techniques	44
4.5 Structurels et stratégie corporative	45
4.6 Sociaux	46
4.7 Temporels	46
4.8 Informationnels	47
4.9 Environnementaux	47
5. Dynamique synergétique de la MRC de Pierre-De Saurel	49
5.1 Présentation des entreprises où des synergies ont été identifiées	49
5.1.1 Rio Tinto Fer et Titane	49
5.1.2 Minéraux Harsco	50
5.1.3 Les Forges de Sorel	51

5.1.4 Gersol	51
5.1.5 Minéraux Mart.....	51
5.1.6 Ville de Sorel-Tracy	52
5.1.7 Ferrinov.....	52
5.1.8 Korhani	52
5.1.9 Bétons FormaStone LX	53
5.1.10 Alstom Hydro Canada.....	53
5.1.11 Fromagerie Polyethnique.....	54
5.1.12 Laiterie Chalifoux Inc.	54
5.2 Description des synergies identifiées	54
5.2.1 Minéraux Harsco.....	55
5.2.2 Gersol	56
5.2.3 Minéraux Mart.....	57
5.2.4 Ville de Sorel-Tracy	58
5.2.5 Ferrinov.....	58
5.2.6 Korhani	59
5.2.7 Bétons FormaStone LX	60
5.2.8 Les forges de Sorel.....	61
5.2.9 Alstom Hydro Canada.....	61
5.2.10 ArcelorMittal.....	61
5.2.11 Fromagerie Polyethnique.....	62
5.2.12 Laiterie Chalifoux.....	63
5.3 Projets futurs de synergies	63
5.3.1 Chauffage d'agglomération par la ville de Sorel-Tracy.....	63
5.3.2 Chauffage d'agglomération par Rio Tinto Fer et Titane	63
5.4 Les opportunités	63
5.5 Les limites	64
5.6 Aperçu général	67
6. Recommandations.....	68
6.1 Recommandations globales.....	68
6.2 Recommandations locales	69
CONCLUSION	71
RÉFÉRENCES	73

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Figure 1.1	Répartition des emplois de la MRC de Pierre-De Saurel par secteur d'activité économique en 2006.....	5
Figure 1.2	Schématisation des types de synergies	16
Figure 3.1	Les symbioses industrielles de Kalundborg	30
Figure 3.2	Synergies de sous-produits existantes à Kwinana.....	32
Figure 5.1	Schématisation des synergies relevées dans la MRC de Pierre-De Saurel	54
Tableau 1.1	Répartition de l'emploi par secteur sur le territoire de la MRC en 2006.....	7
Tableau 1.2	Répartition des entreprises (établissements) selon le nombre d'employés et le secteur d'activité économique dans la MRC de Pierre-De Saurel en 2007	8
Tableau 1.3	Répartition des entreprises (établissements) comptant un employé et plus selon le secteur d'activité économique en 2007	9
Tableau 1.4	Bilan de masse de la MRC du Bas-Richelieu 2002 - Secteurs industriel, commercial et institutionnel (en tonnes).....	10
Tableau 1.5	Bilan de masse MRC du Bas-Richelieu 2002 – Production et composition des matières résiduelles / Secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD).....	11

LISTE DES ACRONYMES

3RV	Réduction, réemploi, recyclage et valorisation
BRIQ	Bourse des résidus industriels du Québec
CLD	Centre local de développement
CRD	Secteur de la construction, rénovation et démolition
CSRP	<i>Centre for Sustainable Resource Processing</i> (Australie)
CTTÉI	Centre de transfert technologique en écologie industrielle
GAIN	<i>Gladstone Area Industry Network</i> (Australie)
ICI	Institutionnel, commercial, industriel
IDP	Institut de développement de produits
KIC	<i>Kwinana Industries Concil</i> (Australie)
MRC	Municipalité régionale de comté
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles
RCI	<i>Rotterdam Climat Initiative</i> (Pays-Bas)
RD	Recherche et développement
RTFT	Rio Tinto Fer et Titane
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, des changements majeurs ont été observés dans les relations et les échanges entre les entreprises, et ce, notamment dans les parcs industriels et les entreprises de production où ont été recensées un grand nombre de synergies industrielles. Ces dernières décrivent les relations positives de complémentarité entre deux ou plusieurs entreprises. Propulsés par le mouvement environnementaliste, des exemples d'intégration de l'écologie industrielle éclosent et donnent naissance à ce qui est appelé les *symbioses industrielles*. Ces échanges ne sont cependant pas uniquement propulsés par les avantages environnementaux qui en découlent, mais sont surtout justifiés par des gains économiques et sociaux, entraînant des avantages concurrentiels et attirant les regards sur les pratiques responsables de ces entreprises. Ainsi, les symbioses industrielles jouent un rôle clef dans le développement d'industries écoresponsables et sont une façon de mettre en place des activités industrielles et entrepreneuriales plus efficaces, en plus de se rapprocher d'un mode de production à cycle fermé. À l'heure actuelle, de nombreux exemples de symbioses sont inventoriés. Toutefois, comme il s'agit d'un domaine relativement nouveau, une grande partie d'entre elles n'ont pas encore été documentées et certaines entreprises entretiennent même des synergies sans le savoir.

C'est pourquoi, en plus d'aborder la situation des symbioses industrielles à l'international, le présent rapport s'intéresse à la situation de la MRC de Pierre-De Saurel afin de documenter les synergies industrielles présentes et potentielles sur le territoire. Une meilleure connaissance du milieu pourra permettre ultérieurement de favoriser le développement des symbioses industrielles dans la région.

La présente recherche est réalisée en collaboration avec le *Centre de transfert technologique en écologie industrielle* (CTTÉI) situé sur le campus du cégep de Sorel-Tracy et dont les principales expertises sont l'écologie industrielle, l'écoconception, la gestion des matières résiduelles et les symbioses industrielles.

Dans un premier temps sera présentée la situation globale de la MRC de Pierre-De Saurel ainsi que les symbioses industrielles. La méthodologie de travail détaille ensuite la façon

dont la recherche fut menée. L'attention sera par après portée sur des projets de symbioses industrielles en cours à l'international. Celle-ci sera suivie des principaux facteurs limitant les symbioses en général. Pour terminer, un portrait des synergies de la MRC sera présenté et quelques recommandations seront portées à la lumière de la présente recherche.

Par souci de confidentialité, certaines données recueillies chez les industries collaboratrices resteront confidentielles et certains noms d'entreprises n'apparaîtront pas systématiquement dans le document de recherche. Une entente de confidentialité fut d'ailleurs signée avec le CTTÉI afin de protéger toutes les informations confidentielles échangées.

1 MISE EN CONTEXTE

La section suivante introduit le travail dans sa globalité et donne un aperçu général de la région à l'étude et des principaux concepts liés aux symbioses industrielles. Dans un premier temps seront présentés les objectifs de recherche, puis sera dressé le portrait de la MRC de Pierre-De Saurel. Finalement seront présentées les symbioses industrielles tant au niveau de leur historique que des principaux courants de pensée, en passant par quelques exemples d'application.

1.1 Objectif de recherche

Les objectifs de recherche sont divisés en deux sous-groupes, soit l'objectif général et les objectifs spécifiques.

Objectif général :

- Dresser le portrait des symbioses existantes et futures sur le territoire de la MRC de Pierre-De Saurel.

Objectifs spécifiques :

- Effectuer une revue de littérature sur les symbioses industrielles;
- Récolter le plus d'information possible sur les synergies et symbioses existantes et leur potentiel auprès des entreprises de la MRC;
- Documenter et schématiser ces synergies;
- Analyser les synergies et les symbioses recensées et faire ressortir les opportunités tout en tenant compte des limites;
- Fournir des recommandations.

1.2 Portrait de la MRC de Pierre-De Saurel

Anciennement connue sous le nom de MRC du Bas-Richelieu, la MRC de Pierre-De Saurel se situe dans la région administrative de la Montérégie et s'étend sur une superficie de 593,35 km². La région de Sorel-Tracy borde le fleuve Saint-Laurent à 70 km

au nord-est de Montréal et à 130 km de la frontière américaine. Par ailleurs, le territoire du lac Saint-Pierre et son archipel des Îles du lac Saint-Pierre furent récemment intégrés au réseau des réserves mondiales de la Biosphère de l'UNESCO (MRC de Pierre-De Saurel, 2011).

La zone rurale de la région est occupé par près de 30 % de la population totale, tandis que la zone urbaine représente environ 70 % de celle-ci. La MRC rassemble 12 municipalités, soit : Massueville, Saint-Aimé, Saint-David, Sainte-Anne-de-Sorel, Sainte-Victoire-de-Sorel, Saint-Gérard-Majella, Saint-Joseph-de-Sorel, Saint-Ours, Saint-Robert, Saint-Roch-de-Richelieu, Sorel-Tracy et Yamaska. Seules Saint-Joseph-de-Sorel et Sorel-Tracy sont des municipalités urbaines. En 2009, la population totale de la MRC était estimée à 50 296 personnes. Près de 70 % de celle-ci est concentré à l'intérieur de 10 % du territoire (MRC de Pierre-De Saurel, 2011).

1.2.1 Démographie

Entre 2001 et 2006, la MRC de Pierre-De Saurel a connu une diminution de sa population de l'ordre de 0,3 % alors que la tendance québécoise était à la hausse à raison de 4,3 % (Emploi Québec Montérégie, 2009). Une tendance au vieillissement de la population fut d'ailleurs observée pour la même période. En effet, la proportion de la population de 45 ans et plus est passée de 47,3 % à 53 %. De plus, une faible décroissance du taux de population d'âge actif (15 à 64 ans) de l'ordre de 1,2 % fut observée. D'ailleurs, l'Institut de la statistique du Québec prévoit comme scénario le plus probable une décroissance de la population de 15 à 64 ans de l'ordre de 30,6 % entre 2006 et 2026 (Emploi Québec Montérégie, 2009).

1.2.2 Économie

Puisque depuis 2003 le gouvernement du Québec a attribué aux MRC la responsabilité des centres locaux de développement (CLD), le CLD de Pierre-De Saurel s'est vu attribuer le mandat du développement économique de la MRC (MRC de Pierre-De Saurel, 2011). Voici donc un portrait de la situation économique de la région.

Activités économiques

La production métallurgique et les activités connexes sont les activités industrielles dominantes de la région, principalement en termes de production d'acier, de fer et de leurs dérivés. Celles-ci sont peu diversifiées et une forte dépendance est observable envers Rio Tinto Fer et Titane. Les activités métallurgiques se situent principalement dans les zones industrielles des municipalités de Sorel-Tracy et de Saint-Joseph-de-Sorel. Les activités manufacturières sont pour leur part dispersées dans différentes zones industrielles de la municipalité de Sorel-Tracy (MRC du Bas-Richelieu, 2005).

Emploi

La figure ci-dessous présente la répartition de l'emploi selon le secteur d'activité économique en 2006.

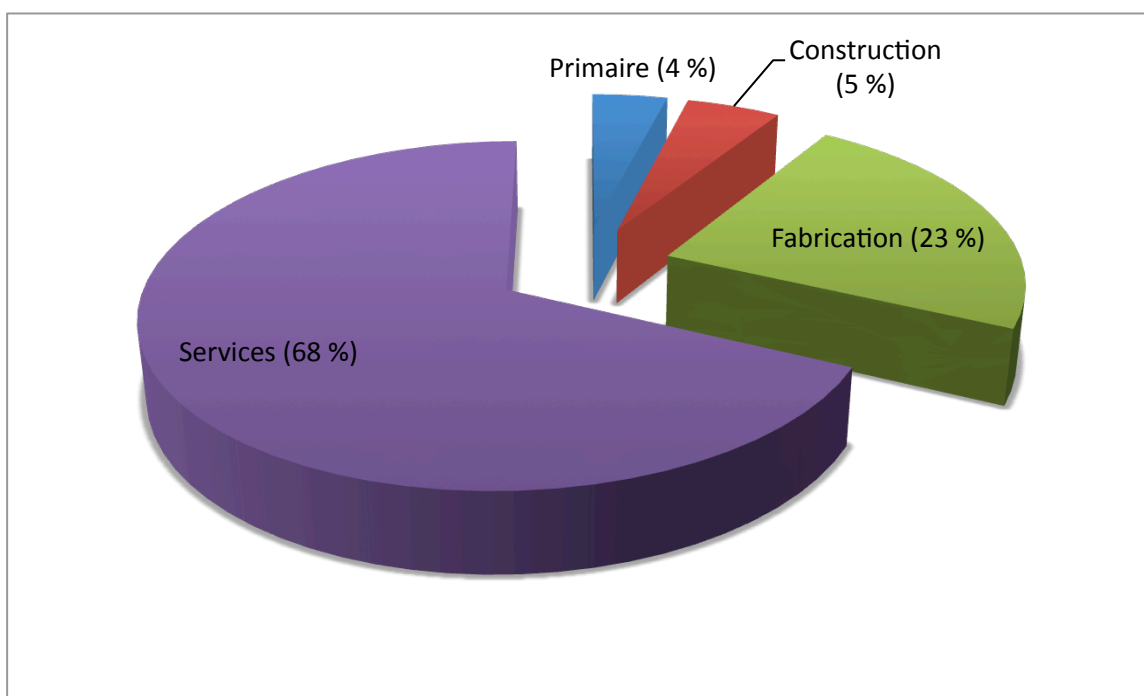


Figure 1.1 Répartition des emplois de la MRC de Pierre-De Saurel par secteur d'activité économique en 2006.

Modifié de MRC de Pierre-De Saurel, 2009, p.19. (Source : Recensement de 2006 de Statistique Canada.)

Le secteur secondaire regroupant la construction et la fabrication ont une importance considérable dans la MRC, totalisant 28 % des emplois. Toutefois, entre 2001 et 2006, le

nombre d'employés dans le secteur fut affligé d'une forte diminution de 16,4 %. Cette baisse s'explique principalement par la hausse de la devise canadienne, aux effets de la mondialisation occasionnant une forte compétition, aux ralentissements économiques touchant les partenaires commerciaux, ainsi qu'au vieillissement de la main d'œuvre (MRC du Bas-Richelieu, 2005).

Le tableau ci-dessous présente l'importance des différents secteurs économiques en nombre d'emplois comblés sur le territoire de la MRC. En 2006, 17 680 emplois étaient comblés et le secteur de la fabrication était d'une importance significative avec 19,8 %. Le secteur de la transformation des métaux suit en deuxième rang avec un taux d'embauche non négligeable de 11,2 %. Le secteur de la fabrication de produits métalliques embauchait pour sa part 3,1 % en 2006, tandis que le secteur de l'agriculture, de la foresterie, de la pêche et de la chasse représentait 3,5 % de l'ensemble des emplois locaux de la MRC. Il est à noter qu'en termes d'emplois, le secteur de l'extraction minière et de l'extraction du pétrole et de gaz est un secteur en expansion avec une croissance de 700 % entre 2001 et 2006, soit l'équivalent de 105 emplois créés. Durant la même période, le secteur de la construction a subi une croissance de 20 % alors que celui de la fabrication a reculé de 24,8 % (Emploi Québec, 2009).

Tableau 1.1 Répartition de l'emploi par secteur sur le territoire de la MRC en 2006

Répartition de l'emploi par secteur sur le territoire de la MRC		
Secteur d'activité économique	Unité	%
Total - Industrie	17 680	100
Agriculture, foresterie, pêche et chasse	625	3,5
Extraction minière et extraction de pétrole et de gaz	120	0,7
Services publics	235	1,3
Construction	570	3,2
Fabrication	3495	19,8
Fabrication d'aliments	260	1,5
Fabrication de boissons et de produits du tabac	20	0,1
Usines de textiles	10	0,1
Usines de produits textiles	35	0,2
Fabrication de vêtements	30	0,2
Fabrication de produits en cuir et de produits analogues	0	0,0
Fabrication de produits en bois	100	0,6
Fabrication du papier	10	0,1
Impression et activités connexes de soutien	15	0,1
Fabrication de produits du pétrole et du charbon	15	0,1
Fabrication de produits chimiques	80	0,5
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique	0	0
Fabrication de produits minéraux non métalliques	35	0,2
Première transformation des métaux	1985	11,2
Fabrication de produits métalliques	545	3,1
Fabrication de machines	140	0,8
Fabrication de produits informatiques et électroniques	0	0
Fabrication de matériel et de composants électriques	30	0,2
Fabrication de matériel de transport	80	0,5
Fabrication de meubles et de produits connexes	35	0,2
Activités diverses de fabrication	75	0,4

Modifié de MRC de Pierre-De Saurel, 2009, p.26 (Source : Recensement 2006 de Statistique Canada)

Profil des entreprises

Le tableau ci-dessous présente la distribution des entreprises par secteur d'activité et selon son importance en terme de quantité d'employés.

Tableau 1.2 Répartition des entreprises (établissements) selon le nombre d'employés et le secteur d'activité économique dans la MRC de Pierre-De Saurel en 2007

Secteur d'activité économique	Nombre d'employés							
	Total	1 à 4	5 à 9	10 à 19	20 à 49	50 à 99	100 à 199	200 et +
Total	1 432	1 011	203	113	59	29	8	9
Primaire	81	76	3	2	0	0	0	0
Construction	170	132	19	7	6	5	0	1
Fabrication	84	46	12	10	7	2	2	5
Services	1 097	757	169	94	46	22	6	3

Tiré de MRC de Pierre-De Saurel, 2009, p.43 (Source : Compilation spéciale de Statistique Canada)

En 2007, 1 432 entreprises ont été recensées sur le territoire de la MRC, dont la majorité était des entreprises de services. D'après le tableau ci-dessus, le secteur primaire, le secteur de la construction et le secteur de la fabrication totalisent respectivement 81, 170 et 84 entreprises. La majorité des entreprises de la région sont des PME. D'ailleurs, 90 % d'entre elles comptent moins de 20 employés. (Emploi Québec, 2009)

Le tableau 3 présente la répartition détaillée du nombre d'entreprises par secteur d'activité économique, dont notamment celle des entreprises de fabrication. Encore une fois, ce sont les entreprises de fabrication de produits métalliques qui dominent dans ce secteur avec un total de 19 entreprises, suivi des activités diverses de fabrication, de la fabrication de machines, de produits en bois et des aliments, boissons et tabac. (*id.*)

Tableau 1.3 Répartition des entreprises (établissements) comptant un employé et plus selon le secteur d'activité économique en 2007

Secteur d'activité économique	MRC de Pierre-De Saurel		Montérégie		Part de la MRC dans la Montérégie %
	Nombre	%	Nombre	%	
Total	1 432	100,0	40 560	100,0	3,5
Primaire	81	5,7	2 445	6,0	3,3
Construction	170	11,9	5 559	13,7	3,1
Fabrication	84	5,9	2 860	7,1	2,9
Aliments, boissons et tabac	7	0,5	329	0,8	2,1
Textiles et produits textiles	3	0,2	89	0,2	3,4
Vêtements et cuir	2	0,1	87	0,2	2,3
Produits en bois	7	0,5	157	0,4	4,5
Papier	1	0,1	39	0,1	2,6
Impression et activités connexes	7	0,5	196	0,5	3,6
Produits chimiques et pétrole	3	0,2	171	0,4	1,8
Caoutchouc et plastique	0	0,0	135	0,3	0,0
Produits minéraux non métalliques	4	0,3	113	0,3	3,5
Première transformation des métaux	5	0,3	56	0,1	8,9
Produits métalliques	19	1,3	445	1,1	4,3
Machines	8	0,6	242	0,6	3,3
Produits électriques et électroniques	0	0,0	149	0,4	0,0
Matériel de transport	3	0,2	128	0,3	2,3
Meubles et produits connexes	5	0,3	299	0,7	1,7
Activités diverses de fabrication	10	0,7	225	0,6	4,4
Services	1 097	76,6	29 696	73,2	3,7
Commerce de gros	62	4,3	2 523	6,2	2,5
Commerce de détail	230	16,1	5 278	13,0	4,4
Transport et entreposage	84	5,9	2 425	6,0	3,5
Industries de l'information et culture	4	0,3	388	1,0	1,0
Finance et assurances	32	2,2	1 093	2,7	2,9
Immobiliers et location	56	3,9	1 314	3,2	4,3
Services professionnels, scientifiques et techniques	87	6,1	3 913	9,6	2,2
Gestion de sociétés et d'entreprises	6	0,4	268	0,7	2,2
Services administratifs et de soutien	71	5,0	1 933	4,8	3,7
Services d'enseignement	9	0,6	349	0,9	2,6
Soins de santé et assistance sociale	129	9,0	2 647	6,5	4,9
Arts, spectacles et loisirs	35	2,4	772	1,9	4,5
Hébergement et restauration	117	8,2	2 713	6,7	4,3
Services personnels	160	11,2	3 813	9,4	4,2
Administration et services d'utilité publique	15	1,0	267	0,7	5,6

Tiré de MRC de Pierre-De Saurel, 2009, p.44 (Source : Compilation spéciale de Statistique Canada)

1.2.3 Environnement

Les deux tableaux ci-dessous renseignent sur les quantités de matière générées et éliminées par types de matières et pour les secteurs institutionnel, commercial, industriel (ICI) et de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD) en 2002. Le plus grand générateur de matières résiduelles était le secteur industriel avec 24 023 tonnes. C'est aussi celui qui envoyait le plus de matières résiduelles à l'élimination avec 17 480 tonnes, suivi du secteur CRD avec 20 978 tonnes générées et 9 662 éliminées. Le secteur

de la construction affichait pour sa part le plus haut taux de récupération avec 62,3 %, suivi du secteur industriel avec 27,2 %. En ce qui a trait aux types de matières résiduelles générées par le secteur industriel, il apparaît que le papier et le carton, les métaux, le plastique et le verre sont les plus importants avec respectivement 6 510, 6 256, 4 084 et 1 441 tonnes. À ce sujet, notons qu'en 2002, seuls les métaux n'étaient pas entièrement éliminés, avec un taux de mise en valeur de 93 %. Il fut par ailleurs noté dans le cadre du PGMR de la MRC de Pierre-De Saurel que les grandes entreprises manufacturières sont les principaux générateurs de matières résiduelles. (MRC du Bas-Richelieu, 2005)

Tableau 1.4 Bilan de masse de la MRC du Bas-Richelieu 2002 - Secteurs industriel, commercial et institutionnel (en tonnes)

Catégories de matières	Secteurs industriel, commercial et institutionnel								
	Secteur institutionnel			Secteur commercial			Secteur industriel		
	Quantité générée	Quantité valorisée	Quantité éliminée	Quantité générée	Quantité valorisée	Quantité éliminée	Quantité générée	Quantité valorisée	Quantité éliminée
Papier et carton	1 202	70	1 132	936	255	681	7 206	696	6 510
Matières putrescibles	235	-	235	1 560	-	1 560	481	-	481
Verre	35	-	35	155	-	155	1 441	-	1 441
Métaux	24	-	24	46	-	46	6 246	5 795	451
Plastique	179	-	179	337	-	337	4 084	-	4 084
Fibres sanitaires	530	-	530	178	-	178	240	-	240
Autres	202	-	202	2 068[1]	-	2 068	4 325[2]	52[3]	4 273
Total :	2 407	70	2 337	5 280	255	5 025	24 023	6 543	17 480
Taux de récupération et de diversion (Secteur institutionnel) :						3.2%	2.9%		
Taux de récupération et de diversion (Secteur commercial) :						5.3%	4.8%		
Taux de récupération et de diversion (Secteur industriel) :						30.1%	27.2%		

Taux de diversion = quantité récupérée X 100 / Quantité générée. Quantité disponible = quantité générée X 90,5 %.

Taux de récupération = quantité récupérée X 100 / Quantité potentielle disponible.

[1] De cette quantité, nous avons inclus 513 tonnes de résidus provenant du secteur automobile et 2 022 tonnes du secteur des commerces de vente au détail.

[2] De cette quantité, nous avons inclus 1 201 tonnes de résidus textiles, 481 tonnes de bois et 2 643 tonnes de résidus autres.

[3] Il s'agit d'une quantité de 52 tonnes de bois.

Tiré de MRC du Bas-Richelieu, 2005, p.60

Tableau 1.5 Bilan de masse MRC du Bas-Richelieu 2002 – Production et composition des matières résiduelles / Secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition (CRD)

Catégories de matières	Quantité générée Tonnes / an	Quantité mise en valeur Tonnes / an	Quantité éliminée Tonnes / an
Papier et carton	210	-	-
Métaux	221	-	-
Verre	63	-	-
Plastique	168	-	-
Textiles	63	-	-
Bois et palettes de bois	2 517	-	-
Sciures et copeaux	189	-	-
Briques et pierres	1 049	-	-
Asphalte et béton	12 587	-	-
Gypse	1 888	-	-
Autres résidus	2 023	-	-
Total :	20 978	11 916	9 062
Taux de récupération :		62.3 %	

Taux de récupération = quantité récupérée X 100 / quantité potentielle disponible.

Taux de diversion = quantité récupérée X 100 / Quantité générée. Quantité disponible = quantité générée x 91,2 % CRD.

Références :

Étude de caractérisation CHAMARD – CRIQ – ROCHE 2000 (Composition et taux de production des matières résiduelles).

Bilan 2002 – RECYC-QUÉBEC.

MRC du Bas-Richelieu, 2002 (Population équivalente).

Tiré de MRC du Bas-Richelieu, 2005, p.62

1.2.4 Quelques acteurs importants en écologie industrielle

Outre les acteurs gouvernementaux et municipaux, voici quelques acteurs importants œuvrant pour le développement de la MRC.

Acteurs locaux

Le centre local de développement (CLD) de Pierre-De Saurel :

Le CLD de Pierre-De Saurel est un organisme sans but lucratif géré par des gens de la région. Sa mission est d'« *Œuvrer à la revitalisation et au développement économique, social, touristique et culturel de la région dans une perspective de développement durable.* » (CLD, 2011). Il offre par ailleurs plusieurs programmes d'aide financière.

Le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) :

Sa mission est :

« d'accroître la performance des entreprises et des collectivités québécoises par la recherche et le développement d'approches et de technologies novatrices en écologie industrielle privilégiant la mise en valeur des résidus, les écoproduits et l'établissement de synergies industrielles. » (CTTÉI, 2011)

Afin de remplir sa mission, le CTTÉI accompagne les entreprises au cours de projets de développement, de recherche appliquée, d'assistance technique et de diffusion de l'information. Le centre a notamment créé avec ses partenaires la Bourse des résidus industriels du Québec. En plus des outils qu'il fournit, il sollicite et gère des projets de synergies industrielles.

Le Technocentre en écologie industrielle :

Il vise à aider les organisations et les collectivités au niveau stratégique et opérationnel afin d'atteindre les résultats désirés en développement durable (Technocentre en écologie industrielle, 2009).

Le Recyclo-Centre :

Le Recyclo-Centre joue un rôle d'insertion sociale pour des gens âgés entre 18 et 45 ans. Il dispose d'un volet ressourcerie qui œuvre au niveau des 3RV en remettant sur le marché des matières résiduelles en plus de jouer un rôle de sensibilisation auprès de la population (Sorel Tracy Region, 2010b).

Société d'aide au développement de la collectivité (SADC) de Pierre-De Saurel :

Elle participe au développement local en fournissant du soutien financier, du soutien à la mise en œuvre de projets, en jouant un rôle de diffusion d'information, etc. Elle a par ailleurs participé à de nombreux projets d'écologie industrielle (Sorel Tracy Region, 2010c).

Le centre de recherche en environnement UQAM Sorel-Tracy (CREUST) :

Il vise à trouver des solutions aux enjeux environnementaux rencontrés par les entreprises tout en stimulant le développement économique de la région. Les étudiants des cycles supérieurs sont mis en collaboration (Sorel Tracy Region, 2010a). Il est à noter que le CREUST n'est dorénavant plus très actif, mais il fut l'un des moteurs de développement d'entreprises locales, dont Ferrinov.

Autres acteurs

Conseil régional de l'environnement de la Montérégie (CREM) :

Le Conseil régional de l'environnement de la Montérégie a pour mission de soutenir le développement durable et de favoriser la protection de l'environnement en Montérégie, notamment par la concertation, l'éducation, le partenariat ainsi que la planification stratégique en développement durable et Agenda 21. Le CREM entreprend et participe à une multitude de projets en Montérégie. Il a notamment collaboré à l'élaboration de l'Agenda 21 de Sorel-Tracy (CREM, s.d.).

La Bourse des résidus industriels du Québec (BRIQ) :

Gérée par le CTTÉI, la Bourse des résidus industriels du Québec vise à favoriser l'échange de matières résiduelles entre les entreprises afin que les rejets des uns puissent servir de matière première à d'autres. Un système de base de données est donc offert aux entreprises canadiennes afin de faciliter les échanges en mettant en lien des producteurs de matières résiduelles et des utilisateurs potentiels et ainsi favoriser la mise en pratique des concepts de l'écologie industrielle (CTTÉI, s.d. et CLD, 2011). Bien que la BRIQ ait été fondée sur le territoire de la MRC, ses activités s'étendent sur l'ensemble du Québec.

1.2.5 Historique de l'écologie industrielle à Pierre-De Saurel

C'est en très peu de temps que la MRC de Pierre-De Saurel a mis en place un grand nombre d'initiatives environnementales. Dans les années 1980 et 1990, la ville de Sorel-Tracy était reconnue comme une région extrêmement polluante. En 1990, alors que la région commençait à prendre le virage vert, le CREUST fut créé, donnant naissance à la première initiative majeure dans le domaine de l'environnement. Quelques années plus tard, en 1998, une première conférence internationale en écologie industrielle fut organisée par le CREUST, de laquelle naquit le CTTÉI. En 2000, le CTTÉI fut inauguré, puis deux autres conférences internationales en écologie industrielle suivirent en 2004 et 2009. Au début des années 2000, le Cégep de Sorel-Tracy inaugura le premier programme québécois d'études collégiales en Environnement, hygiène et sécurité au travail. Le Technocentre en écologie industrielle naquit ensuite en 2005 et l'année

suivante, la Ville de Sorel-Tracy devenait la première ville industrialisée au Québec à adopter un agenda 21 local, comptant plus de 20 partenaires adhérents.

L'agenda 21 est un plan stratégique de développement selon les trois grands principes du développement durable, soit le respect de l'environnement, l'équité sociale et le développement économique. Ses quatre axes d'intervention sont : *Stop à l'augmentation des CO₂; des quartiers porteurs de santé; un développement socioéconomique viable et une communauté innovante de terre, d'eau et de feu.* À présent, la MRC aspire à devenir la première Technopole en écologie industrielle au monde (Objois, 2011).

1.3 Les symbioses industrielles

Cette section présente des façons d'identifier une symbiose industrielle, les différents types de synergies, les motivations, ainsi que les façons de développer et de propulser les symbioses.

1.3.1 Identifier une symbiose industrielle

Les symbioses industrielles sont une forme d'application pratique du domaine relativement nouveau de l'écologie industrielle. L'écologie industrielle peut être définie comme étant l'étude des interactions et interrelations physiques, chimiques et biologiques à l'intérieur et entre les industries et les systèmes écologiques (Sistla *et al.*, 2007). Les synergies industrielles s'intéressent pour leur part plus particulièrement aux cycles d'interactions des ressources parmi les réseaux d'entreprises afin d'établir des coopérations visant à atteindre des activités industrielles durables (Vinther, 2009). Bien que des cas de symbioses industrielles aient eu lieu depuis longtemps déjà, le terme *symbiose industrielle* fut réellement popularisé à partir du début des années 90 suite aux premiers articles et analyses de la région de Kalundborg au Danemark (Chertow, 2008). Les symbioses industrielles sont une forme d'échange d'énergie, d'eau et de matières premières entre plusieurs entreprises. Elles cherchent à boucler la boucle du cycle des ressources utilisées à travers les réseaux d'entreprises à l'aide d'une approche collaborative de développement industriel durable. La clé pour la mise en place de telles symbioses est la collaboration et la proximité géographique. On les retrouve d'ailleurs généralement dans

les parcs industriels ou entre entreprises situées à proximité. En 2008, plus de 25 différents projets de symbioses étaient en cours à travers le monde et dégageaient des bénéfices économiques et environnementaux notables (Industrial Symbiosis Institute, 2008).

De nombreux types d'échanges ont fréquemment lieu entre les entreprises. Ils ne peuvent cependant pas systématiquement tous être considérés comme des symbioses industrielles. Afin d'identifier s'il y a présence de symbioses, Marian R. Chertow, professeure à l'université Yale et hautement impliquée dans le milieu, a adopté une méthode avec ses collègues. Il s'agit de la méthode 3-2 (*3-2 heuristic*), qui signifie qu'au moins **trois entreprises** n'œuvrant pas dans l'industrie du recyclage s'échangent un **minimum de deux ressources différentes**. Prenons par exemple une usine de traitement des eaux usées fournissant de l'eau de refroidissement à une centrale électrique et la centrale électrique fournissant de la vapeur à une autre entreprise industrielle (Chertow, 2007). Lorsque les échanges ne comblent qu'en partie les critères de la méthode 3-2, mais possèdent le potentiel de les combler éventuellement, ces interrelations peuvent être nommées *kernel* ou *precursor*. Il est aussi possible de s'y référer en tant que *symbioses potentielles*. Les symbioses industrielles sont en quelque sorte une combinaison de plusieurs synergies interreliées.

1.3.2 Différents types de synergies

Les synergies sont à la base des symbioses industrielles. Il en existe différents types représentés à la figure 2.

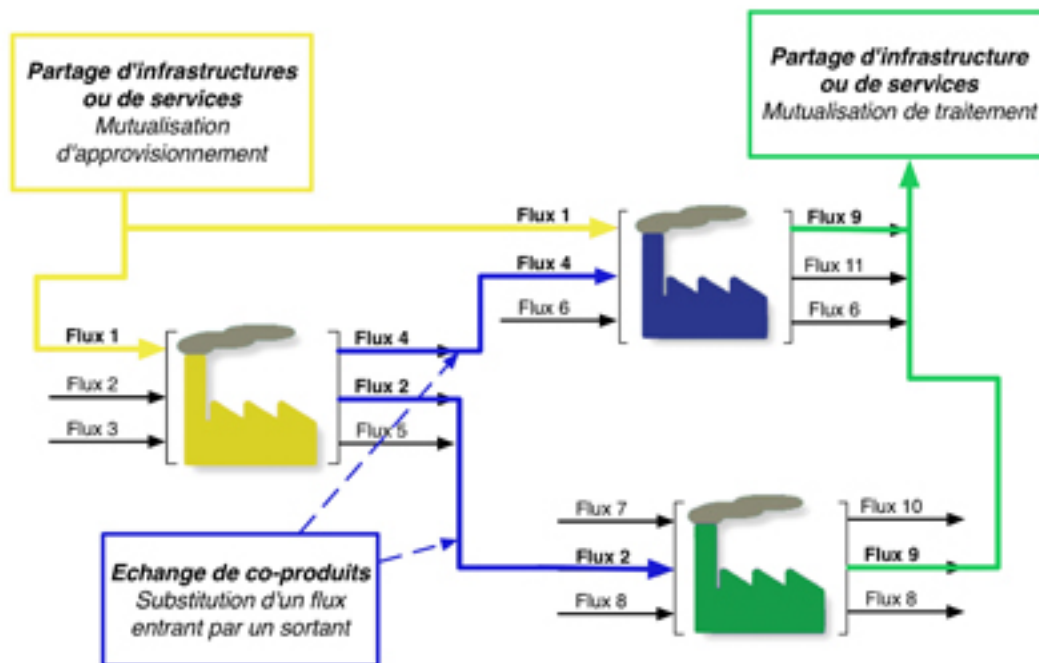


Figure 1.2 Schématisation des types de synergies

Tiré de Systèmes durables, 2011

Mutualisation d'approvisionnement ou de traitement (*Utility Sharing*) :

Deux entreprises voisines consomment ou rejettent un produit identique et mettent en commun les activités de transport, de traitement ou d'approvisionnement (Systèmes durables, s.d.).

Synergies de substitution :

Les effluents et les déchets de production sont des ressources potentielles pour d'autres activités et les flux d'énergie rejetés (ex. : vapeur, chaleur) sont des sources énergétiques potentielles pour d'autres entreprises (Systèmes durables, s.d.).

Le présent travail de recherche se penche toutefois plus particulièrement sur les synergies de sous-produits et les synergies énergétiques.

1.3.3 Les motivations

Des changements aussi majeurs que l'implantation de symbioses industrielles ne s'improvisent pas du jour au lendemain. Ils sont déclenchés par des facteurs déterminants précis. La présente section regroupe les motivations à la mise en place de symbioses industrielles sous deux sous-sections : les motivations internes, soit celles qui sont causées par des facteurs de gestion interne de l'entreprise, puis les motivations externes, celles qui viennent de facteurs externes hors du contrôle de l'entreprise.

Facteurs internes

Un grand nombre de raisons poussent les entrepreneurs et les gestionnaires à avoir recours à des synergies, en commençant par les plus traditionnelles, telles que la réduction des coûts et l'augmentation de la profitabilité et du revenu. À titre d'exemple, la mise en place de symbioses industrielles peut permettre de réduire les coûts en ressources énergétiques ou en matières premières en utilisant les sous-produits d'autres entreprises ou en fournissant ses sous-produits à d'autres entreprises. Ceci permet ainsi d'épargner en frais de gestion de matières résiduelles, voire réaliser un profit en les revendant. D'ailleurs, dans le secteur industriel de Kwinana, en Australie, une usine de transformation de minerais rejette un effluent contenant une petite fraction d'hydrocarbures. Et comme son usine d'épuration des eaux n'a pas la capacité de traiter les hydrocarbures, l'entreprise est contrainte à les disposer à un coût très élevé. L'entreprise travaille donc actuellement à la mise en place d'une synergie avec l'usine de traitement des eaux de la raffinerie BP pour qu'elle gère son effluent étant donné que celle-ci est conçue spécifiquement pour gérer les hydrocarbures et pourrait donc aisément traiter l'effluent de l'usine de transformation de minerais (Giurco *et al.*, 2010). D'autres ont recours aux symbioses afin d'élargir leurs options en approvisionnement en matières entrantes, permettant ainsi de réduire le risque d'indisponibilité d'une ressource essentielle. Ainsi, comme la mise en place de synergies vient remplacer ou compléter certains fournisseurs traditionnels de matières premières ou de ressources énergétiques, elles peuvent jouer un rôle de réduction du risque en diversifiant les fournisseurs potentiels (Vinther, 2009). De nombreux gains environnementaux sont aussi notables, tels que la réduction des matières résiduelles, une production plus responsable et moins dommageable, la création de produits écoresponsables, l'utilisation efficace de l'énergie, l'évitement de substances dangereuses, l'optimisation des procédés et de l'utilisation des

ressources, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, etc. (Vinther, 2009). Ceci peut aussi permettre à l'entreprise de promouvoir son mode de gestion durable afin d'attirer l'attention sur ses pratiques et créer une image corporative positive en plus de bénéficier des retombées économiques qui y sont liées. Finalement, les symbioses industrielles sont aussi un moyen d'intégrer l'innovation dans les entreprises et de se démarquer de ses compétiteurs, en plus de développer un réseau et d'encourager le partage des connaissances.

Facteurs externes

Les facteurs externes sont ceux qui ne sont pas directement sous le contrôle de l'entreprise, mais qui ont une influence sur leurs activités. Le phénomène de rareté des ressources en est un exemple. Dans les cas où la pérennité de ressources utilisées dans la chaîne de production est en péril, les symbioses industrielles viennent jouer un rôle clef en collaborant à la mise en place d'un cycle de production à circuit fermé, favorisant ainsi la préservation de ces ressources en plus d'assurer leur disponibilité à long terme. À titre d'exemple, à Kwinana, de fortes sécheresses ont affecté la disponibilité de l'eau, ce qui a permis de conscientiser et de propulser les initiatives de réduction de sa consommation (Giurco *et al.*, 2010). Les fluctuations de prix des matières premières sur le marché jouent aussi un rôle majeur comme incitatif à la mise en place de synergies. Une hausse du prix de l'énergie ou des matières premières, par exemple, fournira aux entreprises un incitatif à revoir sa stratégie d'approvisionnement et ses modes de gestion. Au niveau législatif, les symbioses peuvent aussi permettre de répondre aux lois et aux réglementations nouvelles et existantes. À cet effet, l'état de New York a statué que 20 % du béton utilisé dans la construction de ponts devait provenir de cendres volantes (Ressources naturelles Canada, 2011). Encore aux États-Unis, certaines lois en vigueur obligent l'utilisation de produits locaux (*Id.*). Ce type de législation peut favoriser la mise en place de synergies. Le travail de différents organismes peut aussi être un incitatif. D'ailleurs, aux Pays-Bas, la Rotterdam Climat Initiative (RCI) a instauré une cible de réduction d'émissions de CO₂ d'ici 2020 qui a fourni les conditions favorables au développement durable (Baas, *et al.*, 2008). Dans d'autres cas, les développements technologiques peuvent rendre possible certaines techniques et méthodes autrefois impensables. D'autres effets externes, tels que l'attribution de subventions ou l'imputation de taxes peuvent aussi favoriser l'implantation de modes de gestion durables (Chertow, 2007). Il va sans dire que la pression sociale

croissante sur les entreprises en vue d'opter pour une gestion responsable motive certains acteurs à opter pour des symbioses industrielles.

1.3.4 Développer les symbioses

Cette section présente quelques éléments clefs permettant de développer et de mettre en place des symbioses industrielles. Dans le cas d'une entreprise soucieuse d'adopter des pratiques plus écoresponsables, un travail à l'interne devrait d'abord être entrepris. Ainsi, avant même d'entreprendre des projets d'envergures pour développer des synergies, il serait favorable que l'entreprise se dote d'une politique environnementale. Suite à cela, un travail d'optimisation des processus de production et de gestion des opérations devrait être entrepris à l'interne afin de permettre à l'entreprise d'augmenter son efficacité en utilisant des ressources énergétiques et des matières premières moins dommageables, de réduire la quantité de matières résiduelles générée et les pertes énergétiques et de réutiliser ses extrants à l'interne. Suite à cela, les projets de synergies prendront tout leur sens en venant compléter une stratégie intégrée de gestion environnementale responsable.

Quand vient le temps de mettre en place des synergies, un grand nombre d'acteurs peuvent jouer un rôle clef, en commençant par les entreprises initiatrices, et en passant par leurs clients, les organismes gouvernementaux et non gouvernementaux et bien d'autres. Marian Chertow présente trois étapes clefs pouvant être mises en application par les entreprises et les différents organismes gouvernementaux afin de stimuler le développement de symbioses environnementales.

- 1- Faire connaître les activités de coopérations qui sont inconnues.
- 2- Assister les symbioses qui prennent naissance.
- 3- Fournir des incitatifs afin d'accélérer la mise en place de nouveaux échanges en identifiant les initiateurs de symbioses et les acteurs clefs. (Chertow, 2007)

Dans un premier temps, l'identification des industries susceptibles d'incorporer des synergies ainsi que la schématisation du mouvement des ressources par une équipe de

reconnaissance contribuera à faire connaître les symbioses potentielles et réelles. Les projets qui comportent le plus grand potentiel sont généralement ceux où des types d'échanges de matières ou de ressources énergétiques existent déjà. Il est par ailleurs recommandé de commencer le travail de reconnaissance avec les industries lourdes telles que les industries minières, d'acier et de produits chimiques afin de découvrir plusieurs noyaux d'échanges qui gravitent très souvent autour de ce type d'industries.

Dans un deuxième temps, afin d'assister les synergies qui prennent naissance, l'octroi d'une assistance technique et financière viendra bonifier le nombre d'interactions pour les activités identifiées et ciblées préalablement. Les synergies émergentes sont d'excellents candidats à assister étant donné qu'elles touchent déjà un minimum de deux entreprises qui sont en train de développer des échanges.

Dans un troisième temps, repérer les milieux où sont présents des noyaux de développement de symbioses (ex. : centrale de cogénération, réutilisation d'eaux usées, collecte de gaz dans les sites d'enfouissements, des échanges de matériaux, etc.) afin d'évaluer s'ils pourraient être de bons candidats pour catalyser le développement de symbioses. Ceux-ci méritent une attention particulière, car ils pourraient mener à des échanges plus substantiels (Vinther, 2009). De telles synergies piliers sont souvent cruciales pour propulser le développement de symbioses industrielles (Chertow, 2007).

Bien que les plus importantes opportunités semblent souvent provenir des grandes industries, les échanges peuvent tout de même inclure des entreprises plus petites et moins industrielles. Il est aussi important d'être conscient que la proximité joue un rôle majeur dans le développement de symbioses. Il fut relevé aussi que dans bien des cas, les opportunités de synergies initiées par les industries elles-mêmes furent l'objet d'un plus grand succès que celles initiées par les gouvernements ou les autorités régionales (Guirco *et al.*, 2010).

1.3.5 Propulser les symbioses

Voici quelques façons de propulser les synergies. Rappelons d'abord que la coopération et la persévérance sont deux éléments clefs qui devraient être omniprésents afin de permettre la réussite de projets de symbioses. La coopération est pour sa part un processus qui se développe à long terme. Elle peut toutefois être catalysée par le partage d'information et la participation efficace des parties prenantes. En plus de la confiance et de la persévérance, il est notamment important d'avoir des aptitudes techniques, réglementaires et sociales, et la capacité de *désapprendre* certaines routines (Baas *et al.*, 2008).

- 1- La mise en place ou l'identification d'une synergie existante peut contribuer à propulser d'autres échanges (Chertow, 2000). Une multitude d'exemples de synergies existe au Québec et à travers le monde. Assez pour permettre de convaincre les gestionnaires que ce sont des méthodes éprouvées et sans risques qui peuvent permettre de maximiser la productivité de l'entreprise.
- 2- Les réseaux et les relations tissés à l'intérieur des organisations peuvent être un point de départ de symbioses industrielles. Dans le cas de Kalundborg, certaines entreprises se sont associées entre elles afin de combler leur besoin commun d'approvisionnement en eau. Ce partenariat a servi de point de départ pour d'autres idées de symbioses. Non seulement les réseaux d'entreprises sont à considérer, mais aussi les organismes impliqués dans le secteur, qui peuvent jouer un rôle clef.
- 3- Le climat de confiance est aussi une variable importante. La confiance qui règne tant au niveau du personnel, de l'organisation et entre les organisations collabore à réduire les craintes liées aux comportements opportunistes de certains, ainsi qu'à une meilleure intégration des partenaires. Il est de mise de construire un réseau entre les firmes afin d'atteindre un haut niveau d'efficacité au cours de la phase d'exploitation (Baas *et al.*, 2008).

- 4- Il est aussi nécessaire que les organisations appliquent et collaborent à définir la réglementation de façon à contribuer aux objectifs de la région (*id.*).
- 5- La capacité de désapprendre certaines routines est aussi un élément important. Il peut être nécessaire de questionner certaines routines existantes et dans certains cas les remplacer par de nouvelles mieux adaptées à la nature stratégique d'un développement de plus en plus orienté vers le développement durable. C'est d'ailleurs ce que les organisations de Rotterdam ont réussi à faire. Plus encore, les routines qui menaient à un centre d'attention individualiste sur les entreprises ont été partiellement désappries. Le désapprentissage de routines peut aussi permettre de stimuler l'innovation. Par ailleurs, une bonne connaissance des synergies possibles et encourues à l'international peut permettre de transposer et appliquer localement des idées développées ailleurs. (*id.*)
- 6- Il est aussi indispensable de pouvoir mobiliser les acteurs clés qui seront essentiels à la réalisation d'un projet actuel ou envisagé. L'implication des diverses parties prenantes externes est cruciale. Leur implication peut entre autre servir à convaincre les cadres des entreprises de l'importance de l'utilité de l'approche des symbioses industrielles. (*id.*)
- 7- La contribution des parties prenantes joue un rôle clef pour propulser les symbioses industrielles. Le recours à des professionnels, tels que les organismes de recherches, est nécessaire pour stimuler et pour effectuer le suivi des activités de symbiose. En plus de fournir un savoir-faire ainsi qu'un soutien en recherche pour le développement de techniques innovatrices, ces organismes peuvent jouer un rôle de revue et de documentation des flux de ressources et des opportunités afin d'élargir l'intérêt et l'implication envers les symbioses industrielles (Guirco *et al.*, 2010). À cet effet, à Kwinana, une étude d'impact économique fut coordonnée par le Kwinana Industries Concil (KIC) et supportée financièrement par le Commonwealth et le gouvernement de l'état. Ceci permit de révéler la croissance encourue dans les années 90 au niveau de l'intégration de l'industrie régionale. De plus, ils suggérèrent que plusieurs autres échanges seraient possibles (*id.*). Il est

aussi essentiel de mettre en place une vision commune afin que les différents acteurs propulsent leurs efforts dans une même direction. Les différents organismes peuvent aisément contribuer à unir les parties prenantes vers des objectifs communs (Baas *et al.*, 2008).

2 MÉTHODOLOGIE

Cette section présente la méthodologie de recherche utilisée. Une revue de littérature a d'abord été effectuée afin de bien assimiler et intégrer les concepts liés à l'écologie industrielle, aux symbioses industrielles et aux synergies industrielles. Une recherche a par ailleurs été effectuée à partir de la documentation et des études empiriques traitant de cas de symbioses industrielles à travers le monde. Un travail de recherche fut ensuite réalisé afin de dresser le portrait de la MRC, principalement selon le contexte économique, social et environnemental ainsi que ses principaux acteurs. Les organismes et entreprises impliquées en écologie industrielle furent notamment identifiés afin d'orienter les recherches à venir.

Afin de dresser le plus fidèlement possible l'inventaire des symbioses industrielles présentes et potentielles de la MRC de Pierre-De Saurel, plusieurs sources d'informations ont été consultées. Dans un premier temps ont été consultés certains documents du CTTÉI, dont les données récoltées sous forme de questionnaires auprès d'entreprises de la MRC sur la gestion des matières résiduelles. Comme ces entreprises ont été contactées dernièrement, il fut jugé plus approprié de ne pas les recontacter à l'aide d'un nouveau questionnaire afin d'éviter d'user leur patience et d'assurer un bon taux de réponse lors d'une collecte d'information future. Ainsi, afin de pousser plus loin la quête d'information, différents organismes de la région impliqués en écologie industrielle et dans le développement local ont été contactés afin d'identifier et de documenter les différentes synergies présentes dans la MRC. De plus, certaines entreprises ciblées et susceptibles de prendre part à des synergies furent contactées. En parallèle, des ressources Internet ont évidemment été consultées, telles que les sites Web de différentes entreprises de la région, d'organismes et autres sources d'information dont Statistique Canada.

Afin de dresser un portrait des synergies présentes, les efforts de recherche furent concentrés sur les secteurs et les type d'entreprises qui sont les plus susceptibles d'incorporer des synergies significatives dans leurs activités. Les différentes études empiriques portant sur les symbioses industrielles l'ont démontré; les synergies découlent généralement de noyaux clés, tels que des industries lourdes. De plus, tel que mentionné dans le rapport du CTTEI traitant de l'amélioration de la gestion des matières résiduelles

dans les entreprises de la MRC de Pierre-De Saurel, les moyennes et grandes entreprises sont plus enclines à récupérer et à mettre en valeur leurs matières résiduelles, ce qui s'explique principalement grâce à un flux de matières relativement important et homogène et la disponibilité de ressources à l'interne. À l'opposé, moins d'avantages économiques sont dégagés par une meilleure gestion des matières résiduelles chez les petites entreprises, entre autres dû à un plus faible flux de matières et une disponibilité plus restreinte de ressources humaines et financières (Pinna, 2011). Ainsi, les moyennes et grandes entreprises œuvrant dans des industries lourdes furent ciblées en priorité.

La recherche d'informations visait, pour sa part, principalement à identifier les synergies présentes, puis à documenter leur mise en place, les incitatifs liés à leur mise en place, le déroulement des échanges et les bénéfices environnementaux, sociaux et économiques.

2.1 Recherche de contacts

Pour ce faire, des organismes impliqués dans le développement de la région furent consultés, dont notamment le CTTÉI, le Technocentre en écologie industrielle, la Société d'aide au développement de la collectivité de Pierre-De Saurel (SADC) et le centre local de développement (CLD). Une attention particulière fut portée afin d'identifier les entreprises les plus susceptibles d'entretenir des synergies et de représenter le plus fidèlement possible les caractéristiques de la région et de son secteur industriel.

2.2 Renseignements recherchés

Les questions posées aux organismes et entreprises contactés visaient à obtenir le plus d'informations possibles sur les synergies présentes et potentielles présentes dans la MRC. Ils furent amenés à répondre aux différents aspects suivants :

- Les synergies connues;
- Les motifs et les limites de mise en place de synergies;
- Les bénéfices tirés de ces synergies;
- Le profil environnemental des entreprises;
- Le type, l'origine et la quantité de ressources entrantes;

- Le type, l'origine et la quantité de ressources extrantes;
- Les grands générateurs de matières résiduelles.

Les entrevues téléphoniques cherchaient par ailleurs à savoir si les matières premières, les produits et les ressources utilisés pouvaient être remplacés par d'autres, si les sous-produits pouvaient avoir d'autres utilités et quelles étaient les limites à l'intégration de sous-produits dans les activités des entreprises.

2.3 Collecte d'information

Les organismes furent contactés par appel téléphonique. Les personnes ressources à rejoindre ont été recommandées par le CTTÉI. Les entreprises furent elles aussi contactées par téléphone, mais dans leur cas, elles furent identifiées suite à des recommandations faites par les organismes consultés et suite à la documentation consultée sur la région. Lors des entrevues téléphoniques, une brève description du projet d'essai était donnée et la collaboration avec le *Centre de transfert technologique en écologie industrielle* (CTTÉI) était mentionnée. Dans les cas où les interlocuteurs avaient quelques minutes à accorder au projet, l'information était recueillie sous forme de discussion orientée vers les thèmes précisés précédemment. En fin d'entrevue téléphonique, les interlocuteurs étaient remerciés puis étaient amenés à se prononcer sur la confidentialité des informations divulguées.

2.4 Analyse des données

Les données récoltées ont servi à dresser le portrait de la MRC au niveau industriel, principalement en ce qui a trait aux synergies industrielles présentes. Un regard fut aussi jeté sur les matières résiduelles vouées à l'enfouissement et les opportunités de symbioses en fonction des besoins et des rejets des entreprises de la MRC afin de favoriser l'implantation d'un cycle fermé. De plus, à la lumière des données recueillies, un schéma des flux de matières et des symbioses existantes fut élaboré afin d'illustrer les interrelations existantes entre les entreprises identifiées.

2.5 Collaboration et confidentialité

Comme le présent essai est réalisé en collaboration avec le CTTÉI, des échanges eurent principalement lieu avec Marc Olivier (directeur d'essai), Jennifer Pinna, Karine Markewitz et autres membres du CTTÉI. En application de l'entente de confidentialité signée avec le centre de recherche, certaines informations au sujet des entreprises furent censurées dans le présent rapport. De plus, par souci éthique, le même traitement est réservé pour toute information confidentielle échangée avec les entreprises.

3 LES SYMBIOSES INDUSTRIELLES À L'INTERNATIONAL

Il existe à travers le globe un grand nombre de régions où l'on retrouve des exemples de synergies industrielles, notamment au Danemark, en Australie, au Royaume-Uni, au Mexique et même au Canada. Cette section présente les cas concrets du Danemark et de l'Australie tout en faisant ressortir les principaux enjeux rencontrés.

3.1 Le cas de Kalundborg, Danemark

La symbiose industrielle de Kalundborg au Danemark est certainement celle qui a été la plus couverte. Les premiers échanges de la ville de près de 20 000 habitants eurent lieu au cours des années 70. Vers la fin des années 80, plus d'une dizaine d'initiatives supplémentaires avaient débuté dans une multitude d'entreprises. En 2006, près de 20 différentes synergies étaient présentes et ce, sans compter les projets interrompus et les projets à venir. (Industrial Symbiosis Institute, 2008)

Le développement des symbioses industrielles est décrit comme étant un processus évolutif à travers lequel de nombreuses synergies indépendantes se sont progressivement créées pour donner lieu à un réseau complexe de synergies industrielles parmi lequel figurent cinq entreprises situées à proximité les unes des autres et la municipalité de Kalundborg (Jacobsen, 2006). Les entreprises en question sont Asnaes, une centrale électrique de 1 300 mégawatts (2002); Statoil A/S, une raffinerie pétrolière; Novo Group, une entreprise pharmaceutique et biomédicale; Gyproc Nordic East, un producteur de panneaux de gypse et Soilrem A/S, une entreprise d'assainissement des sols.

Les flux de ressources échangées entre les entreprises sont principalement de l'eau, des déchets solides et de l'énergie (Jacobsen, 2006). Dans le système présenté à la figure 3, les eaux usées et les eaux de refroidissement de la raffinerie sont réutilisées dans la centrale électrique afin d'alimenter les bouilloires qui produisent vapeur et électricité en plus d'être utilisées dans le cadre des procédés de désulfuration. Le procédé de désulfuration permet à son tour de produire du gypse industriel utilisé dans la fabrication de panneaux de plâtre dans la manufacture de gypse, permettant ainsi de remplacer une portion du gypse vierge. La centrale de cogénération produit de la chaleur pour la ville de

Kalundborg ainsi que de la vapeur pour Novo Group et la raffinerie Statoil. La vapeur générée par la centrale électrique est la seule source d'approvisionnement de Novo, tandis que la raffinerie Statoil possède une capacité de production de vapeur à l'interne qui est en partie alimentée par l'eau préchauffée des bouilloires de la centrale électrique. L'eau et la vapeur sont distribuées à travers des pipelines. De plus, l'eau de refroidissement chauffée formée par le procédé de condensation à la centrale électrique est envoyée à un site de pisciculture grâce à laquelle elle améliore son efficacité. Finalement, les dérivés de production tels que les cendres produites par la combustion de charbon, les boues du système public d'épuration ainsi que la biomasse de fermentation provenant de la manufacture pharmaceutique sont réutilisés de différentes façons, notamment comme fertilisants pour les fermes et pour la construction routière.

Les conclusions générales de l'analyse de ce phénomène dévoilent que ces initiatives proviennent avant tout du secteur privé, stimulées par le potentiel de réductions des coûts, de hausses de revenus, d'expansion et de sécurité à long terme pour l'accès aux ressources hydriques et énergétiques. De plus, une fois les échanges amorcés, des efforts de coordination ont permis de les développer et de mettre en place un plus grand nombre d'échanges. D'ailleurs, en 1996, la *Symbiosis Institute* fut lancée afin de développer les échanges actuels et de nouveaux échanges (Chertow, 2007).

D'après des calculs réalisés sur une période de 20 ans, toutes les entreprises ont économisé ou gagné de l'argent. Le retour sur investissement atteint 4 à 5 ans pour les projets les plus importants et 2 ans pour les autres (Vallès, 2001). La collaboration a joué un rôle majeur dans le développement des synergies. Le fait que Kalundborg soit une petite ville a fait en sorte que les gens se connaissent, favorisant ainsi le dialogue et les échanges.

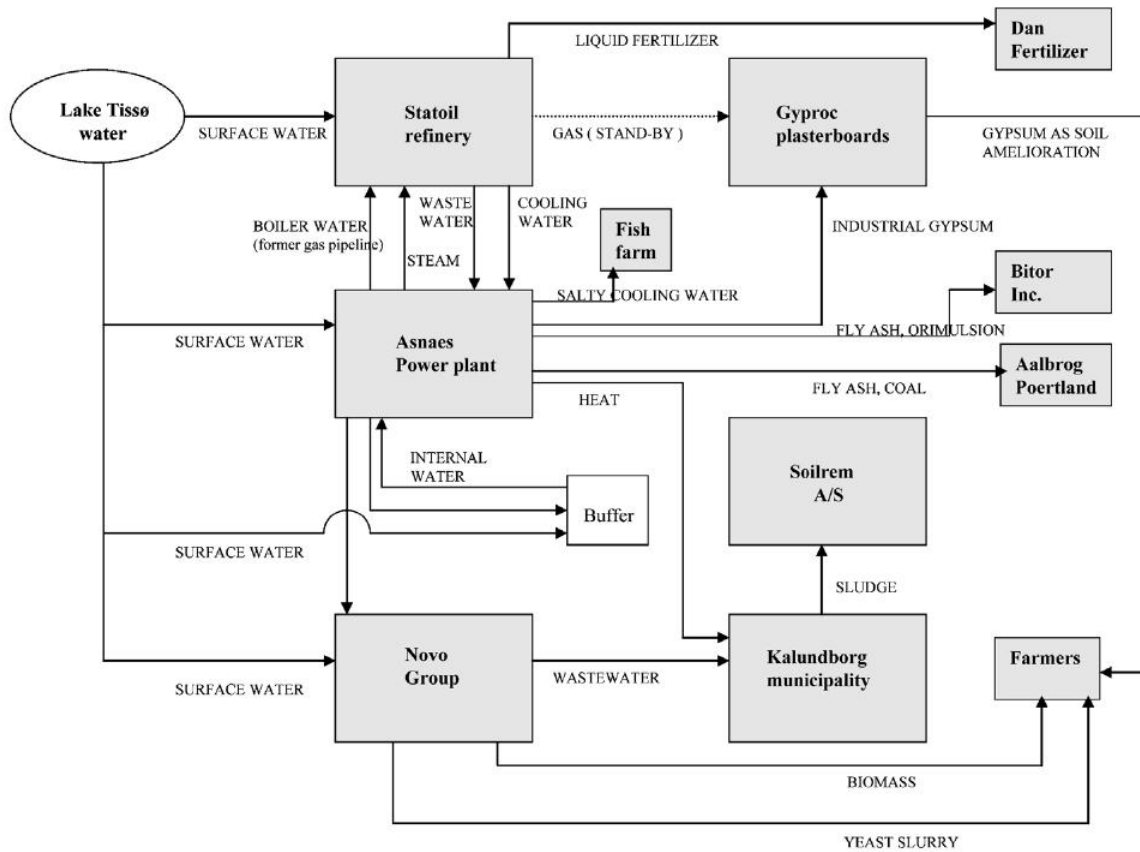


Figure 3.1 Les symbioses industrielles de Kalundborg

Tiré de Jacobsen, 2006, p.242

3.2 Les cas de Kwinana et Gladstone, Australie

Cette section présente les cas concrets des régions de Kwinana et Gladstone en Australie et fait ressortir les incitatifs et les facteurs limitants rencontrés en plus de renseigner sur l'avenir de ces régions.

3.2.1 Kwinana

Le secteur industriel de Kwinana est situé dans le vaste état de l'Australie de l'Ouest. Son territoire est extrêmement riche en ressources naturelles et l'on y trouve notamment du fer, de l'or, de la bauxite, du nickel, des diamants, du pétrole et plus encore. Situé à 40 km au sud de Perth, la capitale de la région, il longe les rives de Cockburn Sound, un milieu marin fragile. Près de 3 600 travailleurs sont employés dans les industries de ce secteur. On y retrouve principalement des industries lourdes, dont des raffineries d'aluminium, de

nickel et de pétrole, des fours à chaux et à ciment, une usine à fonte, en plus d'une variété de fabricants de produits chimiques. On y compte aussi deux centrales électriques, deux usines de cogénérations, deux usines de séparation de l'air ainsi que des stations d'épuration d'eau. (Van Beers *et al.*, 2007)

En 1991 fut créée la Kwinana Industries Concil (KIC) par les industries motrices du secteur industriel. Sa mission initiale était d'organiser la surveillance de l'eau et de l'air de façon collective pour les industries de la région engendrée par les pressions législatives croissantes. Aujourd'hui, la KIC parraine les interactions positives entre les compagnies membres, les instances gouvernementales et la communauté locale. Elle a par ailleurs initié des études d'impacts économiques, dont l'analyse des flux de matières et d'énergies de la région. L'une de ses recherches fit remarquer qu'entre 1990 et 2000, le nombre d'interactions entre les entreprises passa de 27 à 106. En 2002, la KIC initia un projet de synergies pour les industries de la région. Elle chercha alors à développer des opportunités de synergies dans les domaines des déchets de matières inorganiques (ex. : cendres volantes, résidus de bauxite, gypse), des déchets non traités (ex. : collecte et recyclage de matériaux secs), de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (réutilisation de chaleur, partage d'énergie) et de la conservation de l'eau.

La figure 4 présente un schéma des synergies de sous-produits existantes à Kwinana. Elle n'inclut que les industries de Kwinana (membres et non membres du Kwinana Industry Council, KIC) impliquées dans les synergies régionales.

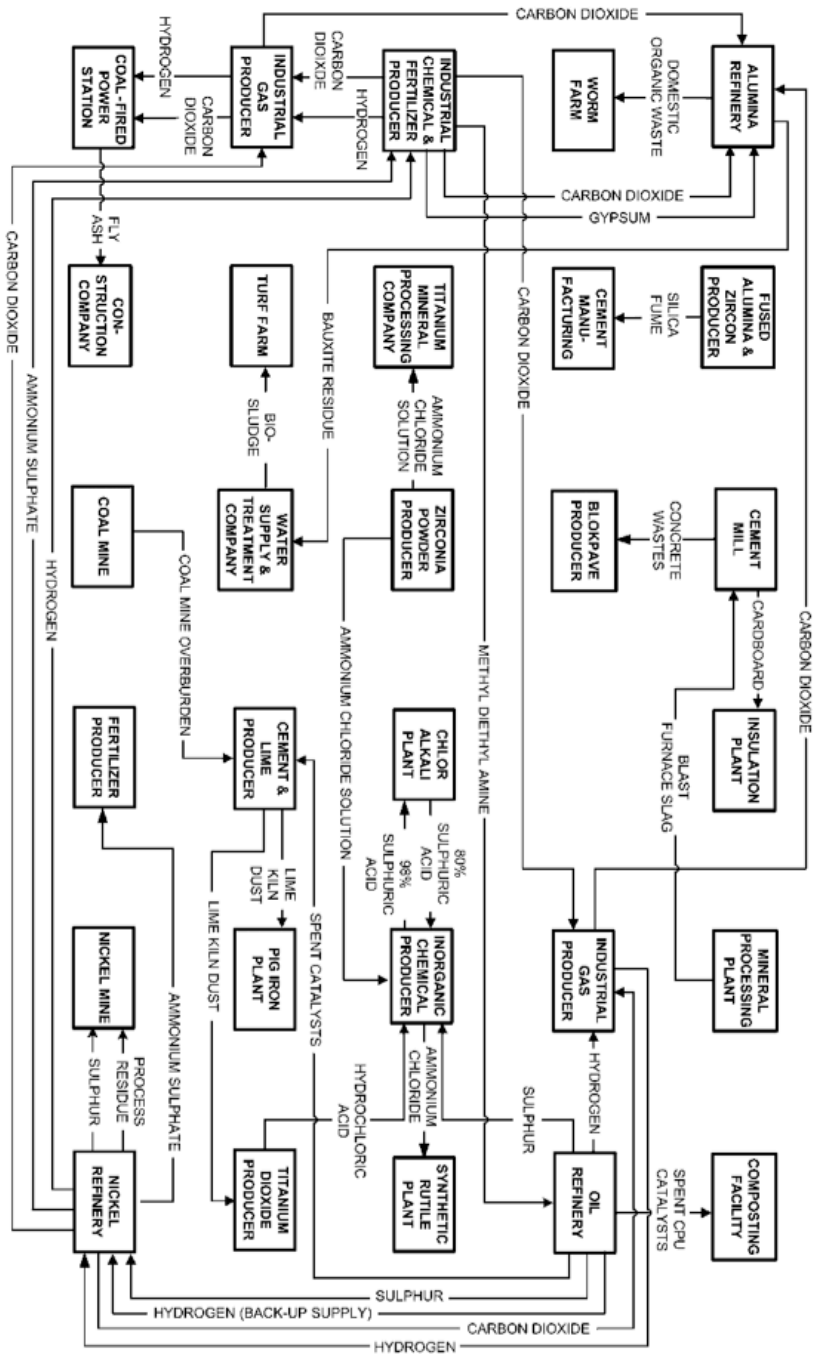


Figure 3.2 Synergies de sous-produits existantes à Kwinana

Source: van Beers and colleagues (2005) (tiré de Van Beers *et al.*, 2007, p.59)

D'après l'inventaire des synergies datant de 2005 et effectué par sondages, 47 projets de synergies seraient en place, soit 32 synergies de sous-produits et 15 synergies de services (Van Beers *et al.*, 2007).

Exemple de synergie de sous-produits :

L'usine de produits chimiques CSBP génère du gypse comme sous-produit de fabrication d'acide phosphorique. D'énormes quantités sont encore présentes aujourd'hui. Ce gypse est fourni à la raffinerie d'aluminium qui l'utilise pour la croissance de plantes et la stabilisation du sol dans les zones de résidus. Ainsi, la raffinerie d'Alcoa s'approvisionne en gypse meilleur marché et permet à CSBP de se départir de ses anciens résidus. (Van Beers *et al.*, 2007)

Exemple de synergie énergétique :

L'usine de cogénération détenue par Verve Energy fournit de l'électricité et de la vapeur très chaude à la manufacture de pigment Tiwest. Pour sa part, la manufacture de pigment fournit de l'eau potable déminéralisée ainsi que de l'air sous pression à l'usine de cogénération. L'eau usée est ensuite retournée au centre d'épuration des eaux de Tiwest. (*id.*)

Facteurs de réussite propres à Kwinana :

Voici quelques facteurs propres à Kwinana qui ont contribué au développement de synergies de la région :

- La grande diversité d'industries clefs produisant principalement pour les marchés internationaux, juxtaposée à un faible niveau de compétition entre les entreprises de la région;
- Le caractère isolé de la région par rapport au reste de l'Australie et des pays étrangers;
- L'organisme Kwinana Industry Concil (KIC) œuvrant pour le développement de la région et venant en aide aux enjeux de la région;
- La proximité de Perth comme centre urbain majeur;

- La conscientisation croissante à l'égard de la valeur environnementale de Cockburn Sound, dont la rive est occupée par Kwinana.

3.2.2 Gladstone

Gladstone est pour sa part situé dans l'état de Queensland à 550 km au nord de sa capitale, Brisbane. Son secteur industriel est l'un des secteurs industriels les plus importants de l'Australie et il est fortement lié à l'aluminium (Van Beers *et al.*, 2007). Par ailleurs, les grandes industries de la région ont formé un réseau appelé le *Gladstone Area Industry Network* (GAIN). En 2005, les cinq synergies présentées ci-dessous furent identifiées à Gladstone (*id.*).

- 1- Utilisation de sous-produits pour la production de ciment : Des matières résiduelles et des sous-produits à haute valeur calorifique sont utilisés en remplacement du charbon pour alimenter les fours à ciment. Des pneus domestiques, des carburants à base de solvant en provenance de la préparation de combustibles et de déchets dangereux. D'autres sous-produits en provenance de la fonderie de Boyne Aluminium et générés lors de la transformation de l'alumine en aluminium sont utilisés dans le procédé de fabrication du ciment. Ceux-ci contiennent de la silice, de l'alumine et du fluorure qui offrent une valeur ajoutée au ciment.
- 2- La réutilisation d'eau : Suite à une sécheresse majeure en 2002, l'aluminerie construisit un pipeline de 8,5 km afin que l'effluent du traitement secondaire de l'usine de traitement des eaux usées de la rivière Calliope puisse être intégré dans son procédé de nettoyage des boues. En plus d'avoir entraîné une économie d'eau notable, ceci mit fin à la décharge d'eaux usées dans le cours d'eau en plus d'éliminer le besoin de mise en place future d'un système tertiaire de traitement des eaux.
- 3- Le tri des matières résiduelles et la réutilisation : Un centre de tri et de transfert des matières résiduelles a été installé en 2003 pour l'industrie d'alumine Queensland Alumina afin de détourner ses matières résiduelles de l'enfouissement. Mis à part

les vieux déchets d'amiante, les résidus de bauxite et les cendres volantes, la plupart de ses déchets y sont triés, puis réutilisés, recyclés ou bien revendus. Après seulement six mois d'opération, 85 % des matières étaient recyclées et le centre de tri entièrement autofinancé, principalement grâce à la revente de métaux. La majorité de ces matières était constituée de métaux, de carton et de bois. (Van Beers *et al.*, 2007)

- 4- La réutilisation de cendres volantes : Une cimenterie collecte les cendres volantes de la centrale électrique pour les utiliser en tant qu'additif dans son ciment. Ainsi, la centrale électrique réduit la quantité de cendres volantes qu'elle doit éliminer et la cimenterie réduit la quantité de matières premières conventionnelles nécessaires. Ceci a aussi comme effet d'améliorer la qualité de son béton dû aux propriétés physico-chimiques des cendres volantes qui sont bénéfiques dans la composition du béton.
- 5- Remise en état de la soude caustique : La fonderie d'aluminium génère de la soude caustique comme sous-produit. Ce dernier est ensuite utilisé à la raffinerie d'aluminium voisine comme source d'approvisionnement supplémentaire.

Afin d'assister le développement industriel de la région, l'organisme de recherche CSRP (Centre for Sustainable Resource Processing) situé à Gladstone collabore avec les industries pour atteindre une meilleure performance énergétique, en gestion de l'eau, en consommation de matériaux et pour réduire les matières résiduelles et les émissions générées. En 2005 fut établie la bourse industrielle portant sur les matériaux et les ressources énergétiques et hydriques entrantes et sur la génération de sous produits par les principales entreprises de la région. Afin de permettre de cibler des projets de synergie, une liste d'opportunités à long et à court terme fut dressée suite à des entrevues réalisées avec les industries membres du GAIN et à d'autres recherches indépendantes.

3.2.3 Incitatifs et limites aux symbioses des secteurs industriels de Kwinana et Gladstone

Les principaux incitatifs et limites aux sont regroupées sous 6 différentes catégories : économie, disponibilité de l'information, responsabilité sociale et stratégie d'entreprises, caractéristiques géographiques, lois et règlements et technologie et procédés.

Économie

La rareté des ressources fut un élément déclencheur de la mise en place de plusieurs synergies. Grand nombre d'entre elles ont été initiées afin d'assurer l'accessibilité à long terme de ressources essentielles aux entreprises et pour protéger la pérennité de ces ressources. À titre d'exemple, la sécheresse de Gladstone a permis d'attirer l'attention sur la rareté de la ressource hydrique et fut un facteur décisif dans la mise en place de la conduite d'acheminement des eaux de traitement secondaire.

Disponibilité de l'information

Les recherches locales et régionales permettent de lancer des projets de synergies. Même si un certain nombre d'entre elles étaient présentes avant les recherches, de telles études ont permis d'identifier les synergies potentielles et d'élargir leur ampleur en captant l'intérêt d'un plus grand nombre d'industries. À Kwinana, l'étude d'impact économique de la région était menée par le KIC et financée par le Commonwealth d'Australie et le gouvernement d'état. Ces études ont d'ailleurs mené à la création directe de nouvelles synergies, dont la réutilisation de déchets de gypse. À Gladstone, plusieurs tentatives avaient été conduites afin de stimuler des initiatives de développement durable dans la région. C'est toutefois la cartographie des sous-produits qui a su susciter l'intérêt des industries et des organismes de développement.

Un autre facteur de prolifération des synergies est la mobilité des employés. Leur mobilité d'une industrie à une autre industrie similaire de la région a contribué à élargir le savoir-faire et la connaissance. En tenant compte qu'aucun élément de confidentialité ne soit enfreint, ceci peut contribuer à accroître l'efficacité et la performance des opérations des deux entreprises (Van Beers *et al.*, 2007). Dans le cas où la mobilité du personnel a lieu

entre des industries œuvrant dans des domaines différents, ceci permet une circulation de l'information quant aux matériaux utilisés et aux matières résiduelles rejetées en plus de faciliter l'identification des opportunités de synergies.

Responsabilité sociale et stratégie d'entreprises

La pression sociale exercée sur les entreprises a permis de faire avancer le développement des synergies. Les secteurs industriels de Kwinana et de Gladstone se retrouvent de plus en plus près des milieux urbains, entraînant ainsi une croissance des attentes et des exigences de la communauté notamment en ce qui a trait à l'environnement, la sécurité et le bon voisinage. La fragilité de certains milieux, tel que le milieu marin Cockburn Sound près de Kwinana est aussi un facteur de stimulation pour l'adoption de synergies par les entreprises.

Par ailleurs, le centre d'attention que les compagnies exercent sur leurs activités maîtresses agit parfois comme une barrière aux synergies. Ainsi, les cas de Kwinana et de Gladstone révèlent que les employés se concentrent sur les activités maîtresses des entreprises, entraînant ainsi des pertes d'opportunités de symbioses à moins qu'un bénéfice économique majeur en ressorte.

Caractéristiques géographiques

La distance agit comme facteur limitant aux synergies. La distance séparant les industries principales de Gladstone est nuisible pour le développement de synergies. Elle rend les synergies plus difficiles et plus coûteuses, tel que c'est le cas pour Boyne Aluminium dont les sous-produits parcourent 40 km pour se rendre à Cement Australia. De plus, dans des milieux où les industries sont plus rapprochées, tels que Kwinana, la distance peut tout de même s'avérer être un défi en termes de transfert d'eau et d'énergie.

Lois et règlements

Les lois et règlements en matière d'environnement peuvent rendre plus difficile la mise en place de synergies. Les entreprises de Kwinana ont pour leur part rencontré des difficultés pour obtenir les approbations gouvernementales liées à l'utilisation de carburants et de matières premières alternatives. Et même si la synergie envisagée était rentable et techniquement faisable, le projet fut mis à l'arrêt pour des considérations législatives. Dans d'autres cas, les règlements applicables sur le transport de matières dangereuses peuvent aussi être un obstacle au développement de synergies. Certains sous-produits

tels que les cendres volantes sont visés par cette réglementation, rendant son transport plus laborieux.

D'un autre côté, les lois et règlements peuvent jouer un rôle bénéfique pour la mise en place de symbioses. À Gladstone, il a été envisagé que l'usine de traitement des eaux usées ait l'obligation d'effectuer un traitement tertiaire des eaux avant de les rejeter dans le cours d'eau. Ce changement anticipé a permis aux industries du secteur d'entrevoir des possibilités de synergies afin d'utiliser l'eau de traitement tertiaire dans leurs opérations plutôt que de l'eau potable, permettant ainsi de compenser les coûts liés au nouveau système de traitement en réduisant la consommation d'eau potable.

Technologie et procédés

Dans certains cas, la désuétude des technologies et des équipements laisse place à des synergies industrielles venant remplacer d'anciens procédés. L'usine de cogénération de Kwinana, qui est localisée sur le territoire de la raffinerie de BP, approvisionne cette dernière en vapeur et lui fournit de l'électricité. Elle reçoit pour sa part l'excédent de gaz de la raffinerie BP qu'elle utilise comme source de carburant complémentaire à celle qu'elle utilise traditionnellement. De plus, comme l'usine de cogénération génère assez de vapeur pour combler la totalité du besoin en vapeur de BP, cette dernière peut éviter de remplacer ses bouilloires bientôt désuètes en se tournant vers une alimentation complète en vapeur de l'usine de cogénération. En plus d'épargner les coûts de remplacement d'équipement, BP reçoit maintenant une vapeur de meilleure qualité qu'auparavant.

3.2.4 L'avenir de ces régions

D'autres opportunités de synergies sont encore présentes dans ces deux régions; principalement dans trois grands secteurs, soit : les échanges et l'utilisation efficiente de l'eau, les échanges et l'efficacité énergétique et la réutilisation de sous-produits industriels inorganiques. Les efforts sont à présent concentrés sur la conduite d'études de faisabilité pour les opportunités de synergies identifiées comme prioritaires. Quelques outils sont utilisés afin d'assister le développement de nouvelles synergies, dont des bases de

données sur les flux de ressources, l'identification des opportunités en collaboration avec les entreprises et des études de faisabilité.

4 FACTEURS LIMITANTS AUX SYMBIOSES

Malgré les bénéfices générés par les synergies et les symbioses industrielles, quand vient le temps d'évaluer le coût d'opportunité et la faisabilité de ce type de projets, plusieurs facteurs peuvent constituer des barrières à leur développement. La section suivante présente les principales barrières pouvant être rencontrées lors de la mise en place de symbioses. Celles-ci sont tirées d'études empiriques et de la littérature sur le sujet. Les principales limites rencontrées sont d'ordre économique, géographique, légal, technique, structurel et stratégique corporatif, social, temporel, informationnel et environnemental.

4.1 Économiques

Les facteurs économiques sont sans aucun doute les obstacles les plus importants. Avant d'entreprendre des projets d'envergure, les entreprises vont dans bien des cas effectuer une analyse économique telle qu'une analyse du coût d'opportunité ou une analyse de retour sur investissement. Ainsi, plusieurs facteurs économiques et financiers peuvent rendre des projets de symbioses peu attrayants pour les entreprises.

Le risque, la disponibilité du capital et les opportunités de projets offrant un meilleur retour sur investissement sont généralement les premiers facteurs évalués avant de lancer un projet de symbioses industrielles (Chertow, 2000). Lorsque les bénéfices directs à court terme sont faibles et que le risque est élevé, les entreprises sont plus réticentes à s'engager dans de tels projets à moins d'être motivées par d'autres facteurs clés (Chertow, 2007). Une analyse conduite sur la région industrielle de Port Melbourne en Australie mentionne d'ailleurs que la mise en place d'une synergie de réutilisation d'eau serait viable seulement si elle était subventionnée étant donné les coûts projetés supérieurs aux coûts reliés à une hausse de l'efficacité à l'interne ou au recours à la désalinisation (Giurco *et al.*, 2010).

Un autre enjeu majeur réside dans la disparité entre l'offre et la demande de sous-produits, qui mène à des fluctuations importantes des prix et qui nuit à la rentabilité des efforts de récupérations (Ressources naturelles Canada, 2011). Afin que la mise en place de synergies ou de symbioses soit bénéfique pour l'entreprise, un important flux constant

de matières doit être généré. Lors de nouveaux développements tels que l'instauration de parcs éco-industriels, il est plus aisé de prévoir les flux de quantités de matières générées afin que l'offre et la demande corresponde. Il s'agit cependant d'un défi supplémentaire lorsque les entreprises sont déjà en place. Ces entreprises sont en effet limitées par rapport aux quantités de matières résiduelles qu'elles peuvent fournir (Chertow, 2000).

Les mesures fiscales contribuent parfois à limiter la mise en valeur de sous-produits en encourageant l'utilisation des matières neuves plutôt que de matières récupérées (Ressources naturelles Canada, 2011). De faibles coûts reliés aux sources d'approvisionnement en matière première, en énergie ou en eau ainsi que des coûts relativement faibles pour l'enfouissement rendent les initiatives de synergies moins attrayantes (Guirco, 2010). Par ailleurs, le prix des matières premières ne tient pas compte de l'ensemble des coûts de leur cycle de vie.

4.2 Géographiques

La distance entre les entreprises est une barrière géographique majeure au développement des symbioses. Elle prend une ampleur spécialement grande dans le cas d'échanges d'eau et d'énergie, comparativement à l'échange d'un sous-produit étant donné la complexité du transport. Par exemple, le transport d'eau sur de longues distances est essentiellement limité par les coûts de tuyauterie et de pompage. Ceci tend cependant à favoriser des échanges directs avec des entreprises voisines plutôt que d'avoir recours à un centre de traitement plus éloigné (Giurco *et al.*, 2010).

La localisation géographique des entreprises peut pour sa part rendre le développement de l'écologie industrielle plus ardu. La région d'Europoort-Botlek du complexe portuaire et industriel de Rotterdam en Hollande illustre bien cette situation. Le développement de la région industrielle longe le Rhin tel un ruban sur une distance de près de 40 km, ce qui ne facilite pas son développement éco-industriel (Baas *et al.*, 2008). Par ailleurs, une trop grande distance entre une entreprise et les entreprises clefs pour le développement de synergies, telle qu'une centrale de cogénération, rend la mise en place de synergies plus difficile.

La proximité physique a par ailleurs été identifiée comme étant un élément crucial pour bâtir la confiance et pour stimuler les échanges et l'apprentissage. Celle-ci influence la fréquence de contact entre les différents acteurs et constitue selon Oerlemans *et al.* (2000) l'un des trois éléments contribuant à lier des fournisseurs et des acheteurs par des projets innovateurs (Baas *et al.*, 2008).

4.3 Légaux

Les législations et les réglementations sont dans bien des cas des éléments déclencheurs pour la mise en place de synergies. Dans d'autres cas, elles peuvent cependant s'avérer être un frein au développement de synergies.

Les réglementations peuvent rendre ardue l'obtention d'approbations pour l'utilisation de matières premières ou de ressources énergétiques alternatives. Les entreprises de Kwinana ont d'ailleurs de la difficulté à obtenir les approbations pour l'utilisation de sous-produits et de ressources alternatives telles qu'un carburant alternatif dans les fours à ciment ou l'utilisation de résidus de bauxite comme amendement au sol. Bien que certaines synergies semblent faisables tant techniquement qu'économiquement, en plus d'entraîner un impact environnemental positif, leur implantation fut arrêtée par des incertitudes dans le système législatif, en particulier en ce qui a trait à la responsabilité ultime pour l'approbation des options de réutilisation ainsi que pour des préoccupations au niveau de la communauté (Guirco *et al.*, 2010).

Dans certains cas, la prudence excessive et la lenteur des procédures administratives découragent les initiatives de récupération. De plus, le manque d'harmonisation des normes peut rendre difficile pour certaines provinces ou petits pays d'insister sur des mesures écoresponsables telles que l'écologie industrielle et la récupération (Ressources naturelles Canada, 2011).

Certains échanges de matières contrôlées peuvent par ailleurs être bloqués par des procédures de transport et des mesures de contrôle strictes (Baas *et al.*, 2008). Des réglementations liées au transport de matières dangereuses peuvent rendre plus

complexes les synergies impliquant des sous-produits désignés comme étant des matières dangereuses. C'est notamment le cas de Port Melbourne où les cendres volantes sont catégorisées comme matières résiduelles contrôlées. Dans d'autres cas, des licences ne sont pas attribuées aux fournisseurs privés pour fournir des matières. À Port Melbourne, par exemple, les opérateurs privés ne sont pas autorisés à vendre de l'eau, même s'il s'agit d'eau recyclée (Guirco *et al.*, 2010).

Des ajustements aux réglementations peuvent toutefois être faits afin d'éviter de bloquer des projets d'écologie industrielle. Ces ajustements deviennent cependant parfois des enjeux. Le cas de Rotterdam illustre bien cette situation où les modifications apportées se sont transformées en enjeux internes. Ceux-ci n'ont pas systématiquement donné naissance à une réglementation qui convenait aux objectifs d'échanges de matières résiduelles de la région. Le principal enjeu relevé est que la réglementation fut développée dans une optique où les entreprises étaient perçues comme des entités individuelles et indépendantes, faisant en sorte que les synergies furent considérées comme des échanges de déchets (Baas *et al.*, 2008).

4.4 Techniques

Bien que certaines méthodes ou techniques ont fait leurs preuves au fil du temps, d'autres sont plus difficiles à implanter, requièrent un développement spécifiquement adapté aux activités de l'entreprise ou ne sont tout simplement pas disponibles. Il arrive aussi que certaines entreprises nécessitent une matière première possédant des propriétés physico-chimiques très précises ou de qualité élevée, rendant les sous-produits d'une autre entreprise inutilisables. De plus, la perception au niveau des risques liés à la santé et la sécurité lors de l'utilisation de sous-produits peut aussi faire en sorte que certains acteurs soient réticents à utiliser des sous-produits.

Une des critiques faites à l'égard des synergies est que la mise en place d'infrastructures nécessaires à l'opération d'une synergie entre deux entreprises peut dans certains cas nuire aux développements techniques futurs. Prenons par exemple une synergie de réutilisation d'eau entre deux entreprises. La mise en place de cette synergie pourrait nuire à des initiatives futures à haut rendement efficacité/coût visant à réduire le volume

d'eau usée généré. Une fois les infrastructures de recyclage d'eaux usées mises en place, les décideurs souhaiteront rentabiliser leur investissement et seront contraints à maintenir cet échange, même si certaines méthodes plus efficaces deviennent disponibles. Ils continueront donc d'alimenter cet échange étant donné qu'une réduction de la quantité d'eau fournie, voire même de la concentration en polluants, pourrait affecter la rentabilité de la centrale de recyclage d'eau (Giurco *et al.*, 2010).

4.5 Structurels et stratégie corporative

La structure organisationnelle et la culture d'entreprise jouent un rôle clef dans l'adoption de symbioses. À ce niveau, l'une des barrières les plus récurrentes dans la littérature est que l'attention des entreprises est portée principalement sur ses activités centrales. Il en résulte que des opportunités de synergies soient ratées, à moins qu'un bénéfice commercial majeur n'en découle. Ceci est validé par le personnel de plusieurs secteurs industriels, qui perçoivent les recherches en synergies industrielles régionales comme une façon d'identifier et de faire progresser des opportunités de synergies qui ne sont pas reliées aux activités principales de leur industrie (Guirco *et al.*, 2010).

Afin de mettre en place et d'entretenir des synergies, l'entreprise ou l'organisme doit mobiliser des ressources humaines qui partagent une même vision quant aux synergies. Ainsi certains projets peuvent être confrontés à différents gestionnaires qui ne souhaitent pas coopérer étant donné que le développement durable ne correspond pas à leurs objectifs (Baas *et al.*, 2008). De plus, les entreprises peuvent être confrontées au manque d'employés possédant les compétences requises dans le domaine.

La forte compétition entre les entreprises est un autre facteur limitant aux synergies. Le secteur industriel de Rotterdam est caractérisé par un grand nombre d'entreprises qui sont des compétiteurs à travers le monde. Chacune d'elles développe sa vision sur la façon d'innover et d'interagir dans le développement de la région. De plus, plusieurs de ces firmes sont des filiales d'entreprises multinationales qui ont des contraintes financières et des objectifs de production très strictes dictés par leur siège social. Ceci laisse donc très peu de place à la collaboration avec la région pour un développement innovateur (Baas *et al.*, 2008).

La culture d'entreprise joue pour sa part un rôle important. Le degré de confiance qu'une entreprise accorde aux différents acteurs locaux aura un impact sur le partage de l'information, l'un des éléments clefs pour développer les synergies. Ainsi, des routines corporatives et une culture d'entreprise trop conservatrices agiront comme barrières à l'approche collaborative pour le développement durable et limiteront le processus de changement et d'innovation. Baas *et al.* (2008) vont même plus loin en insistant sur le fait que les entreprises devraient mettre en place des processus de désapprentissage afin de mieux pouvoir réintégrer des activités de synergies (*id.*).

4.6 Sociaux

Le secteur privé joue un rôle majeur dans l'implantation des symbioses industrielles. Leur manque de participation peut ainsi être une solide barrière. Il importe que ceux-ci s'investissent pleinement afin d'arriver à développer les symbioses. Même s'ils ne sont pas nécessairement les initiateurs, les flux de matières proviennent généralement du secteur privé ou seront partagés avec celui-ci. C'est d'ailleurs le secteur privé qui assumera dans un premier temps la plus grande part des coûts et des bénéfices avant qu'ils ne se répercutent sur le reste de la communauté. Il importe donc que le secteur privé soit capable de capter suffisamment de bénéfices pour assurer la viabilité de projets de symbioses (Chertow, 2000).

Les relations sociales entre entreprises et les organismes indépendants sont des facteurs importants permettant de propulser les synergies. Ceux-ci peuvent faire en sorte que des échanges soient mis en place malgré de faibles bénéfices à court terme (Jacobsen, 2006). D'ailleurs, de nombreux projets de symbiose ont pris place dans des communautés de petite taille où la proximité des différents acteurs favorise la communication et le développement de projets. Les études sur le secteur industriel de Rotterdam ont d'ailleurs démontré que les différentes parties prenantes ont un long historique de collaboration derrière eux (Baas *et al.*, 2008).

4.7 Temporels

La variable temps peut aussi jouer un rôle limitatif dans les projets de synergies et de symbioses industrielles. La coopération est un processus qui se développe sur le long

terme. De tels projets demandent généralement beaucoup de temps et d'effort étant donné leur envergure. Plusieurs acteurs de différentes natures sont impliqués dans les projets et doivent coordonner leurs efforts. De plus, les bénéfices dégagés par ce type de projets sont dans bien des cas des bénéfices à moyen et long terme. Le retour sur investissement est donc bien souvent plus long que les projets conventionnels.

4.8 Informationnels

L'avènement des symbioses industrielles est un phénomène encore relativement récent et peu connu. Il ne s'agit pas d'une pratique courante chez les entreprises. Ainsi, les dirigeants d'entreprises connaissent peu, voire aucunement, ce que sont les synergies industrielles. Un travail d'éducation est nécessaire afin que le concept soit compris et accepté et pour changer les mentalités individualistes des entreprises.

D'autres acteurs clefs en écologie industrielle choisissent de ne pas participer à des projets de développement afin d'éviter de partager leur expertise et leurs connaissances accumulées au fil du temps (Baas *et al.*, 2008). Des enjeux commerciaux et de confidentialité sont des facteurs qui peuvent aussi contribuer à limiter le partage d'information.

Dans d'autres cas, il arrive que l'information soit simplement indisponible ou inconnue. À Port Melbourne, une des entreprises fait face à l'incertitude quant à leur niveau de tolérance pour la qualité de l'eau utilisée dans leurs activités (Guirco, 2010).

4.9 Environnementaux

Le recours aux symbioses industrielles soulève certaines critiques au niveau de son utilisation en tant qu'outil de réduction des impacts environnementaux. Celles-ci influent sur un seul des nombreux éléments du processus venant affecter la condition environnementale. Certains les voient comme un obstacle aux améliorations environnementales en amont telles que la réduction à la source et la mise en place de technologies propres. Selon ces critiques, les symbioses industrielles devraient faire partie d'un processus intégré d'amélioration de la performance environnementale plutôt que

d'offrir une solution isolée. Il est donc souhaitable que le développement des symbioses industrielles soit évalué dans cette optique et qu'il soit réalisé avec un certain nombre d'initiatives environnementales à l'interne (Jacobsen, 2006).

De plus, comme il est nécessaire qu'un flux de matières assez important soit présent pour que les synergies aient leur raison d'être, certaines critiques voient les symbioses comme une limite à la conservation des ressources. Les synergies en place ont le potentiel de garder en vie de vieilles industries qui auraient été remplacées par de nouvelles dotées de nouvelles technologies plus efficaces. En effet, les synergies en place ont le potentiel de décourager la mise en place de nouveaux équipements qui pourraient remplacer l'interdépendance entre des entreprises (Chertow, 2000). Par ailleurs, la rentabilité financière est généralement prioritaire dans les décisions d'affaires, il est donc probable que l'entreprise favorise la mise en place de synergies, jugées moins coûteuses, au profit de mesures de prévention de la pollution.

5 DYNAMIQUE SYNERGÉTIQUE DE LA MRC DE PIERRE-DE SAUREL

Cette section présente et décrit les entreprises où des synergies ont été identifiées et donne un aperçu des projets futurs et des opportunités.

5.1 Présentation des entreprises où des synergies ont été identifiées

Douze entreprises où des synergies ont été identifiées sont présentées ci-dessous.

5.1.1 Rio Tinto Fer et Titane

Rio Tinto Fer et Titane (RTFT) est l'un des piliers du développement industriel de la MRC de Pierre-De Saurel. À raison de 1622 employés, il s'agit de la plus grande entreprise de la région (Rio Tinto Fer et Titane, 2009). La multinationale exploite une mine d'ilménite au nord-est de Havre-Saint-Pierre et un complexe métallurgique à Sorel-Tracy depuis 50 ans. Il s'agit d'un des principaux fabricants de matières premières pour l'industrie du dioxyde de titane en plus d'être un chef de file mondial dans la production de fonte, d'acier et de poudres métalliques (Rio Tinto Fer et Titane, 2009). L'entreprise est par ailleurs proactive depuis plusieurs années en environnement et en écologie industrielle. Elle entreprend des analyses de cycle de vie à partir de l'extraction du minerai jusqu'au produit final afin de l'évaluer et d'étudier sa consommation d'énergie totale (Objois, 2011). Au cours des années 90, RTFT mit l'emphasis sur la réduction à la source des rejets dans l'eau et construisit une usine d'assainissement des eaux usées. Elle remportera d'ailleurs en 1995 le Mérite environnemental du ministère de l'Environnement du Québec pour son programme d'assainissement des eaux et sa contribution à la protection du fleuve Saint-Laurent. Depuis les trente dernières années, plus de 215 millions de dollars ont été investis dans la protection de l'environnement (QIT-Fer et Titane inc., s.d.). En plus d'être certifiées ISO 14001, leurs installations de Sorel-Tracy incluent l'un des plus grands centres de recherche du Canada dans leur domaine. Par ailleurs, 5 % de ses sous-produits générés sont recyclés à l'interne et 58 % à l'externe (Rio Tinto Fer et Titane, 2009).

Son ilménite en provenance de Havre-Saint-Pierre est depuis toujours valorisée au maximum et son dioxyde de titane (TiO_2) est valorisé sous forme de scorie titanifère

(Objois, 2011). RTFT produit des produits tels que les scories SORELSLAG et UGS, la fonte SORELMETAL, les billettes d'acier SORELSTEEL, le SORELFUX et les poudres de fer et d'acier ATOMET. L'entreprise cherche à minimiser ses pertes de produits et de résidus. Une bonne partie des résidus qu'elle génère sont recyclés à l'interne ou à l'externe. À la sortie des fours, les unités de fer provenant de l'ilménite sont valorisées sous forme de fonte destinée aux fonderies, de billettes d'acier et de poudres métalliques. Les poussières sont utilisées par des cimenteries et d'autres résidus sont réutilisés par les Minéraux Harsco.

5.1.2 Minéraux Harsco

Anciennement Melri et Recmix, Matériaux Excell oeuvrant à présent sous le nom de Minéraux Harsco est une filiale québécoise de l'entreprise multinationale Harsco Corporation qui regroupe 80 employés. Elle est spécialisée dans l'enlèvement, le traitement et la mise en marché des scories et stériles miniers provenant de ses principaux clients, dont Rio Tinto, Fer et Titane, ArcelorMittal, Sorel Forge et plusieurs autres compagnies canadiennes (Grégoire-Racicot, 2011). L'entreprise de Sorel-Tracy produit notamment des sables de filtration pour piscines et pour le nettoyage au jet, des matériaux de construction pour les routes ainsi que de la chaux pour les terres agricoles. Son sable Sorelmix fut d'ailleurs mis au point en collaboration avec le CTTÉI.

L'entreprise se caractérise notamment par sa gestion intégrée des matières résiduelles. 95 % de ses matières premières sont des résidus en provenance de Rio Tinto Fer et Titane, ArcelorMittal, Sorel Forge et autres industries métallurgiques de la province et de la région. Elle a trouvé diverses solutions pour valoriser la totalité des résidus recueillis et 90 à 95 % d'entre eux sont commercialisés. D'après Pierre Marcotte, directeur adjoint, marketing et agrégat naturel, « tout ce développement de valorisation a été réalisé sans aucun support financier d'organismes gouvernementaux, à l'exception des crédits de recherche et développement (RD) ». De plus, tout comme RTFT, l'entreprise est certifiée ISO 14001 et mise sur la recherche et développement afin de pousser plus loin sa gestion intégrée et tirer profit des propriétés des produits. (Objois, 2011)

5.1.3 Les Forges de Sorel

L'aciérie de Sorel emploie 300 personnes et est spécialisée dans la forge d'aciers spéciaux pour l'industrie du moulage des plastiques et de composantes de machinerie lourde. Près de 70 % de la production est attribuée à l'acier pour moules destinés au secteur de l'automobile, de l'ameublement de jardin et d'appareils électroménagers et électroniques, tandis que les autres pièces forgées à Sorel-Tracy sont utilisées dans les composantes d'équipement industriel des secteurs des mines, de l'énergie et de la transformation (Les affaires, s.d.).

5.1.4 Gersol

Gersol a été fondé il y a 35 ans sous le nom de Sables Collette. L'entreprise de Saint-Roch-De-Richelieu se spécialisait d'abord dans l'exploitation de carrières, la vente, le transport et la fabrication de différents types de sables (Objois, 2011). Elle est aujourd'hui spécialisée en réhabilitation de terrains contaminés, en recyclage, en exploitation de sablières, en excavation et génie civil et en dragage environnemental. Elle est par ailleurs impliquée en écologie industrielle, notamment en tant que membre de la BRIQ et par l'entremise de projets avec le CTTÉI, dont un projet de restauration de ses trois sablières à l'aide d'un mélange de matières résiduelles qui rendra les terres plus fertiles. Le dragage environnemental occupe une place importante dans les activités de Gersol. Elle assure la gestion terrestre des sédiments pour des activités de dragages opérés par des sous-traitants. L'entreprise investit aussi constamment en RD afin de trouver de nouveaux moyens de détourner certains contaminants de l'enfouissement par des méthodes de recyclage et de valorisation.

5.1.5 Minéraux Mart

Minéraux Mart œuvre dans l'industrie du ferroalliage depuis 1978 et regroupe 65 employés. L'entreprise est un centre d'approvisionnement pour les industries de l'aluminium et de l'acier et pour les fonderies. Elle offre des services d'entreposage, d'emballage, de chargement/déchargement, de concassage, tamisage, mélange et de séchage. Elle dispose aussi d'un laboratoire de recherche et développement. Au cours des dernières années, elle a notamment investi afin de resserrer ses normes

environnementales, ce qui lui a permis de réaliser des économies d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre importants. (Minéraux Mart, s.d)

5.1.6 Ville de Sorel-Tracy

La municipalité de Sorel-Tracy s'efforce à devenir pôle d'excellence en développement durable et s'affirme comme leader en matière de développement durable dans la région. En plus d'avoir adhéré à l'Agenda 21 en 2006, elle est dotée d'une politique environnementale et d'une politique d'achat écoresponsable. Elle dispose par ailleurs d'un comité consultatif en environnement et d'un comité de suivi sur les matières dangereuses résiduelles. La ville est par ailleurs munie d'une flotte de véhicule écoénergétique.

5.1.7 Ferrinov

L'entreprise Ferrinov a vu le jour en 1998, à la suite de recherches menées par le CREUST et le CTTÉI sur la mise en valeur de poussières d'aciérage. Elle produit des pigments anticorrosifs actifs destinés aux fabricants de peinture industrielle et qui sont distribués à travers le monde. Ces peintures seront ultimement utilisées sur des ponts, des raffineries, des centrales hydroélectriques, des navires, etc. Son siège social est situé à Montréal tandis que son usine de fabrication de pigments est située à Sorel-Tracy et emploie une douzaine de personnes.

5.1.8 Korhani

Korhani est un chef de file dans la vente et la fabrication de carpettes décoratives. L'entreprise fut créée à Toronto en 1902. Jusqu'aux années 2000, les designs élaborés au siège social de Toronto étaient fabriqués par des fournisseurs répandus à travers le monde. En 2000, elle fit construire un centre de fabrication et de distribution de tapis à Sorel-Tracy dans les anciens locaux de Soreltex, qui fabriquait aussi du tapis. En 2006, peu après avoir participé aux initiatives d'Enviroclub, elle débute sa réflexion quant à l'écoconception. Elle participe ensuite à la démarche d'Écoconception de l'Institut de développement de produits (IDP) en collaboration avec la SADC du Bas-Richelieu afin d'améliorer sa performance environnementale. L'entreprise engage à présent 120 employés dans la région et compte parmi ses clients Wal-Mart, Rona, Costco, Loblaws, La

Baie, Zellers.

L'entreprise utilise du jute, du polyester, du polypropylène et du latex comme colle dans la fabrication de ses tapis. Le latex traditionnellement utilisé contient notamment du benzène et du butadiène. Ce sont deux produits chimiques polluants durant leur production et difficiles à éliminer en plus de bloquer les possibilités de recyclage du tapis. Afin de contourner ces inconvénients, Korhani a lancé une nouvelle carpepe recyclable qui utilise un latex naturel en provenance du Bangladesh (Institut de développement de produits, 2008). Le fil utilisé par l'entreprise est fait en partie de matières recyclées provenant d'un fournisseur états-unien. Il peut contenir de 10 à 50 % de matières recyclées, dépendamment de sa couleur, car les fils foncés peuvent contenir une plus grande quantité de matières recyclées que les fils pâles.

5.1.9 Bétons FormaStone LX

L'entreprise Bétons FormaStone LX offre des produits de finition haut de gamme faits à partir de béton et pouvant avoir une vie utile de plus de 100 ans tels que des produits pour l'habillage de foyers, des douches sur mesures, des vanités, des panneaux muraux, des foyers à l'éthanol et des comptoirs de béton ayant l'apparence du granit ou du quartz. Ceux-ci sont destinés aux particuliers et au secteur commercial. La matière première qu'ils utilisent contient de 20 à 40 % de matières recyclées et les matériaux utilisés pour le formage de leurs produits sont réutilisables à 90 % (Objois, 2011). L'entreprise tente de réduire son impact environnemental en optant pour des méthodes de production écologiques. Elle utilise du polystyrène (Styromousse) pour le moulage en remplacement du bois ou de la mélamine traditionnellement utilisés. Cela lui permet de réduire l'espace de stockage nécessaire et le coût d'achat, en plus de permettre la réutilisation, ce qui entraîne du même coup une réduction du coût de production et de l'impact environnemental.

5.1.10 Alstom Hydro Canada

Alstom Hydro compte plus de 6 000 d'employés dans le monde, dont 450 à Sorel-Tracy. L'entreprise est spécialisée en hydromécanique, dans la conception, la fabrication et

l'installation d'équipements hydroélectriques, tels que des centrales, des turbines, des générateurs et des systèmes de contrôle (Sorel Tracy Region, 2010d).

5.1.11 Fromagerie Polyethnique

L'entreprise de près de 24 employés est détenue par deux entreprises agricoles de St-Robert ainsi que par l'entreprise Produits Phoenicia inc. Elle est spécialisée dans la production de fromages fins exotiques. En plus de ses installations de production, elle opère un laboratoire de contrôle de la qualité et un département de recherche et développement. La fromagerie mise sur son éco-efficacité afin de minimiser son impact environnemental. Au cours des dernières années, l'entreprise a mis en place une multitude de mesures allant dans ce sens. Elle a notamment tenté de réduire sa consommation d'eau afin de préserver la ressource et de réduire son volume d'effluents liquides. Elle dispose par ailleurs d'un système de traitement des eaux par lagunes aérées grâce auquel elle traite ses effluents et contrôle le phosphore. (Le Bédouin, s.d.)

5.1.12 Laiterie Chalifoux Inc.

Localisée à Sorel-Tracy, l'entreprise familiale emploie 150 travailleurs et génère un chiffre d'affaires de près de 35 millions de dollars par an, issu à 80 % du secteur des fromages. Spécialisée dans la production de fromages, de lait et de crème, l'entreprise œuvre dans ce secteur depuis 1920. En 1989, elle fut l'une des premières en Amérique du Nord à implanter un procédé à l'ultrafiltration. Soucieuse d'améliorer sa performance environnementale, elle a d'ailleurs participé à la démarche d'écoconception de l'Institut de développement de produits (IDP) en collaboration avec la SADC, suite à laquelle elle a amorcé une initiative de récupération des matières résiduelles. (SADC du Bas-Richelieu, s.d.)

5.2 Description des synergies identifiées

Cette section décrit les différentes synergies identifiées dans la MRC. La figure 5 rassemble l'ensemble de ces synergies et les illustre à l'aide d'un schéma.

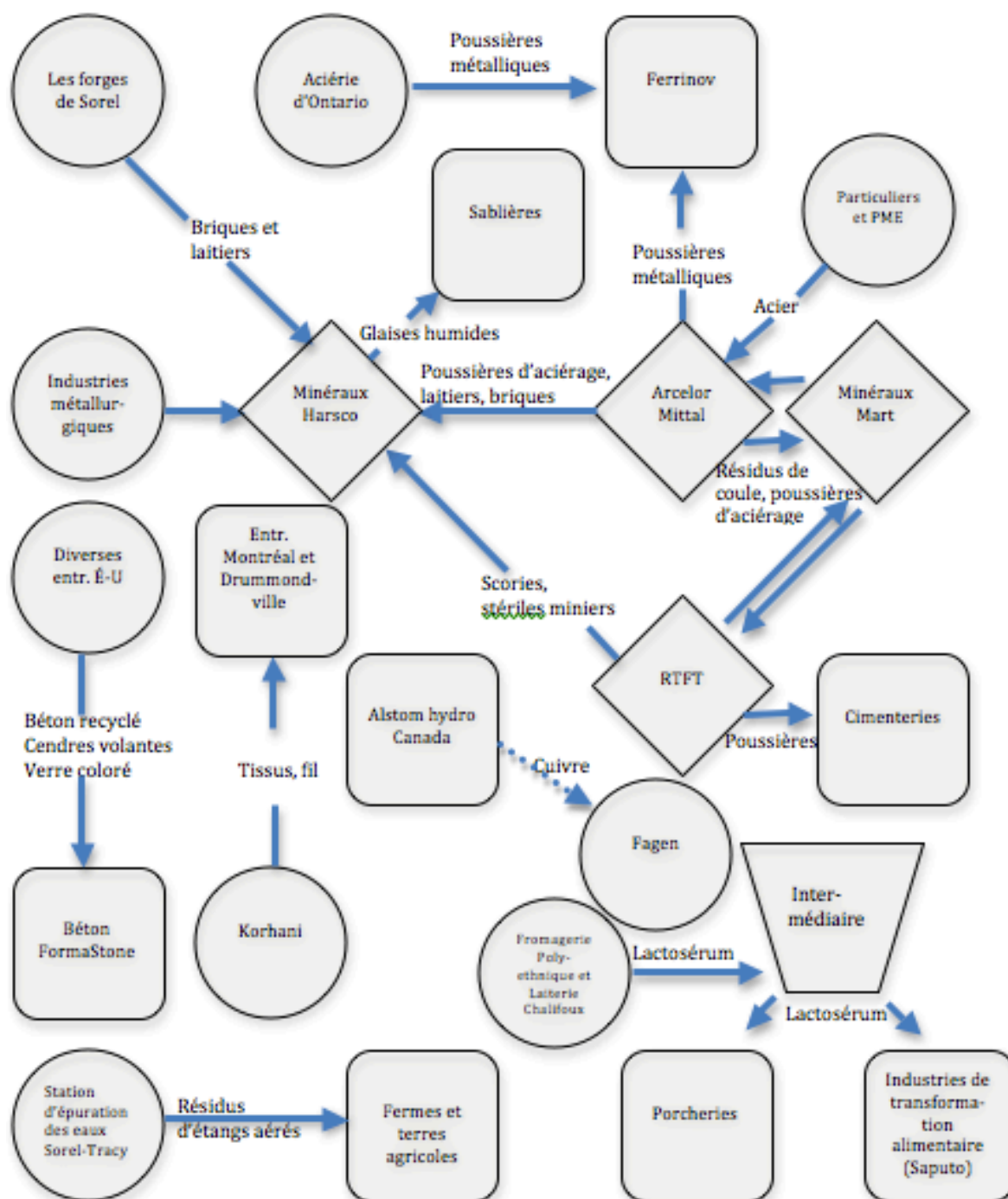


Figure 5.1 Schématisation des synergies relevées

5.2.1 Minéraux Harsco

Les minéraux Harsco s'approvisionnent de sous-produits en provenance de différentes aciéries, dont RTFT, ArcelorMittal et les Forges de Sorel. Ces entreprises nettoient leurs matières premières lors de la fabrication de l'acier et Minéraux Harsco récupère ces résidus de nettoyage, les détournant ainsi de l'enfouissement (Objois, 2011).

Rio Tinto Fer et Titane

La synergie ayant lieu entre Harsco et Rio Tinto Fer et Titane est certainement la plus connue de la région. Harsco s'approvisionne notamment en scories et en stériles miniers de RTFT, qu'elle utilise comme matières premières dans ses activités de production. Les matières fournies par RTFT seraient autrement vouées à l'enfouissement. Les sous-produits dégagés de la production des Minéraux Harsco sont des glaises humides qui sont ensuite utilisées pour remblayer des sablières. Les synergies que Harsco entretient avec RTFT et ses autres partenaires lui permettent de mettre en valeur près d'un million de tonnes par an (Objois, 2011).

ArcelorMittal et les Forges de Sorel

Harsco entretient aussi une synergie industrielle avec ArcelorMittal, semblable à celle réalisée avec RTFT. Il s'approvisionne principalement en poussières d'aciérages, en laitiers et en briques usées qu'il utilisera dans sa production. L'entreprise récupère aussi les briques et les laitiers des Forges de Sorel.

5.2.2 Gersol

Une synergie fut identifiée à la suite des activités de dragage de Gersol. Les sédiments récupérés lors des dragages sont caractérisés et asséchés dans des bacs de rétention, puis transportés pour valorisation dans un parc industriel de Sorel-Tracy. En 2005, c'est le sort qui fut réservé à 75 000 m³ de sédiments suite au dragage devant les quais à l'embouchure de la rivière Richelieu (Objois, 2011).

Toutefois, à l'heure actuelle, aucune synergie n'a réellement lieu avec les sédiments de dragage. La principale problématique rencontrée est que ces sédiments sont contaminés par des hydrocarbures lorsqu'ils proviennent notamment de la marina de Sorel-Tracy. Ainsi, Gersol se bute à une contrainte légale qui limite les possibilités de réutilisation des sédiments lorsque le degré de contamination est équivalent ou supérieur au niveau A. Les sédiments retirés se situent pour la plupart dans la plage de concentration entre les niveaux A et B. Il fut cependant remarqué qu'après une ou deux années d'aération dans des bassins d'assèchement, ces sédiments reviennent au niveau de contamination A. Un projet est donc actuellement en cours en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal où des plages d'essais sont testées dans six bassins différents. D'autre part, une opportunité de réutilisation des sédiments est évaluée afin de les utiliser dans le cadre d'un projet de création d'un parc thématique visant à reproduire les îles du lac Saint-Pierre.

Par ailleurs, Gersol est actuellement confrontée à une problématique qui pourrait être résolue à l'aide d'une synergie. Les sablières de la division Sables Collette détenue par Gersol sont près du niveau plancher, c'est-à-dire qu'elles s'approchent de leur capacité d'extraction maximale. L'entreprise fait donc face au besoin de trouver de la matière afin de remblayer ses sablières. Elle cherche une façon efficace et écoresponsable de redonner vie à ces endroits.

5.2.3 Minéraux Mart

Minéraux Mart valorise les sous-produits d'aciéries. Elle récolte des sous-produits tels que des résidus de coulées et de la poudre métallique en provenance d'aciéries, les valorise, puis les réexpédie à ses partenaires sous forme de billots et de matières premières ensachées. L'entreprise n'utilise pas ces sous-produits afin de produire pour un marché, mais plutôt pour fournir un service à ses clients fournisseurs. Elle tire ses sous-produits entre autres de RTFT et d'ArcelorMittal.

5.2.4 Ville de Sorel-Tracy

Usine d'épuration

L'usine d'épuration de Sorel-Tracy traite son eau par un système d'étangs aérés et la rejette dans le fleuve Saint-Laurent. Les résidus des étangs aérés sont pour leur part valorisés par épandage sur des terres agricoles. La municipalité épargne ainsi en coûts d'enfouissement et les résidus servent comme amendement de sol.

Voirie

Le service de voirie de la ville de Sorel-Tracy réintègre une partie des matières abrasives épandues dans ses rues lors d'épandages l'année suivante. Après l'hiver, la ville nettoie les rues et récupère les matières abrasives. Celles-ci sont ensuite tamisées, puis revalorisées en étant mélangées aux nouvelles matières abrasives utilisées. Il s'agit ici plutôt d'une initiative de réutilisation à l'interne que d'une synergie entre partenaires économiques, mais il est important de la souligner puisqu'il aurait pu s'agir d'une synergie dans un autre contexte.

5.2.5 Ferrinov

Les pigments de l'entreprise de pigments Ferrinov sont fabriqués à l'aide d'une technologie brevetée permettant de valoriser les résidus de poussières métalliques en provenance d'aciéries. Ils sont donc plus écologiques que les pigments anticorrosifs traditionnels étant donné qu'ils permettent de détourner des sites d'enfouissements spécialisés d'importants volumes de poussières d'aciérage. Par le fait même, cette technique permet d'éviter l'extraction de ressources minérales et la gestion de résidus miniers, un incontournable lors de la fabrication conventionnelle de pigments (Ferrinov pigments, s.d.). Auparavant, les poussières d'aciéries n'étaient valorisées d'aucune façon et les aciéries devaient les enfouir, entraînant des coûts de gestion pour ces matières résiduelles. Ce sont les résidus des usines d'ArcelorMittal situées à Contrecoeur et ceux d'une autre aciérie de l'Ontario qui fournissent la matière première de Ferrinov. L'entreprise va plus loin encore afin de rendre son produit vert. Le procédé qu'elle a développé consomme 15 % de l'énergie utilisée par les procédés conventionnels grâce à l'utilisation de procédés hydrométallurgiques contrairement aux procédés

pyrométallurgiques. D'après Ferrinov, cela évite l'émission de 4,5 tonnes métriques de gaz à effet de serre par tonne de pigments produits, par rapport aux anciennes méthodes (Rodgers, 2010).

En complément, des tests faits par des multinationales de la peinture industrielle démontreraient que la qualité de tels pigments actifs est supérieure aux pigments conventionnels. Ils sont par ailleurs dotés d'une grande résistance, les rendant plus attrayants au niveau économique. Selon Louis Archambault, Président-directeur général, la peinture fabriquée à partir de ces pigments pourrait durer jusqu'à deux fois plus longtemps que les peintures traditionnelles, voire plus encore. D'après des tests réalisés par le ministère des Transports du Québec, ces peintures ont démontré une bonne performance en laboratoire. Ils ont satisfait, et même dépassé, les exigences de la norme du Ministère concernant les systèmes de peintures à base de zinc (Transport Québec, 2009). Par ailleurs, comme ils s'approvisionnent en sous-produits d'aciéries, leurs prix ne sont pas affectés par la volatilité des prix des métaux et sont peu touchés par les fluctuations du prix de l'énergie étant donné leur efficacité énergétique par rapport aux méthodes de production conventionnelles de l'industrie. Ceci leur confère un avantage non négligeable au point de vue économique.

5.2.6 Korhani

Au cours de ses activités de fabrication, l'entreprise Korhani génère deux principaux sous-produits qui sont mis en valeur. Le premier provient des couches de fils restantes sur les énormes bobines. Les contraintes de production font en sorte que la bobine doit être changée avant qu'elle n'atteigne la fin, ce qui autrement occasionnerait des ralentissements importants. Comme les installations de l'entreprise ne lui permettent pas de réutiliser les restants de fils et que les bobines proviennent d'un fournisseur externe, ces restants sont recueillis et récupérés par une entreprise de Drummondville qui les utilise dans ses activités.

Le deuxième sous-produit est encore une fois du fil, mais cette fois, il s'agit de résidus de fabrication. Au cours de la fabrication, l'entreprise génère entre autres des résidus de coupes et des retailles de fil. Ces résidus sont alors compressés afin de réduire leur

volume, puis sont stockés jusqu'à ce qu'une entreprise de Montréal vienne les récupérer afin qu'ils soient utilisés pour la fabrication d'autres produits de transformation.

Les bénéfices

Ces synergies permettent à Korhani d'épargner étant donné qu'elle serait contrainte à assumer des frais de gestion pour ces matières résiduelles. Bien que les deux entreprises partenaires obtiennent la matière gratuitement de Korhani, elles viennent la recueillir à leurs frais. Selon M. Deom, vice-président aux ventes et produits domestiques chez Korhani, le polypropylène, soit le fil utilisé pourrait parfois se vendre aux environs de 4 à 5 sous la livre. Toutefois, dû la grande volatilité du prix de la matière, l'entreprise n'a pas vendu cette matière depuis très longtemps, mais l'a plutôt donnée.

5.2.7 Bétons FormaStone LX

La matière première utilisée par Bétons FormaStone provient d'une entreprise de recyclage états-unienne qui recycle du béton de démolition et qui la réduit ensuite en poudre. Cette matière est donc ensachée une deuxième fois. Les sacs de granulats achetés par FormaStone contiennent donc déjà une portion de contenu recyclé allant de 20 à 40 %. La quantité de matière recyclée contenue n'altère d'aucune façon la qualité du béton créé. D'ailleurs l'entreprise projette de s'approvisionner en béton contenant 90 % de matières recyclées afin d'offrir un produit encore plus écoresponsable. La grande distance séparant l'entreprise et le fournisseur est cependant une contrainte et occasionne une réduction du bénéfice environnemental due au transport.

De plus, dans sa recette de béton, Bétons FormaStone intègre des cendres volantes en provenance de dépôts accumulés dans des cheminées alimentées au charbon. Encore une fois, ces cendres volantes proviennent des États-Unis étant donné les contraintes de prix et de quantité sur le marché canadien. L'utilisation de ces cendres volantes permet de créer un béton plus dur, plus liquide et auto nivelant. Il faut toutefois porter une attention particulière à la provenance des cendres volantes étant donné qu'elles peuvent parfois être contaminées. L'utilisation des cendres volantes permet en plus de remplacer l'agent liant (*Pet Fiber*) traditionnellement produit à base de pétrole. L'entreprise dégage ainsi un

bénéfice environnemental et économique. D'une part, elle évite d'utiliser un produit polluant et d'autre part, elle réduit ses coûts de production en remplaçant ce produit par un moins coûteux, les cendres volantes.

L'entreprise travaille par ailleurs l'esthétisme de ses produits en y intégrant du verre recyclé qui provient de bouteilles. Elle utilise le verre dont elle dispose en plus de s'approvisionner aussi aux États-Unis étant donné qu'ils offrent une plus grande variété de verre de couleurs que le Canada. Afin de varier la texture du béton, Bétons FormaStone entrevoit aussi des possibilités d'utiliser différents pigments, des minéraux, de la poudre d'acier, voire même des résidus de RTFT comme agrégats.

5.2.8 Les forges de Sorel

L'usine de Sorel-Tracy utilise de la ferraille, des moules rebutés, des retailles et des copeaux d'usinage comme matière première (Les affaires, s.d.). La plus grande portion de celle-ci provient toutefois des activités de recyclage à l'interne. Elle fournit par ailleurs des laitiers, des scories et des briques comme sous-produits qui sont repris notamment par Harsco.

5.2.9 Alstom Hydro Canada

Les installations de la multinationale à Sorel récupèrent leur cuivre et le revendent à l'entreprise Fagen, un récupérateur de la région. Il ne s'agit pas d'une synergie à proprement parler étant donné que Fagen est un ferrailleur.

5.2.10 ArcelorMittal

ArcelorMittal récupère de l'acier d'un grand nombre de sources, que ce soit de particuliers, de petites ou de grandes entreprises afin de les utiliser comme matière entrante dans leur production.

5.2.11 Fromagerie Polyethnique

Lors de la fabrication du fromage, le lait est caillé et les protéines précipitent, donnant naissance à un bouillon où est contenu le lactosérum. Le lactosérum contient de l'eau, du lactose, des protéines solubles, des vitamines et des minéraux. D'après Alain marchand, directeur des opérations à la fromagerie, il s'agit du seul sous-produit généré lors de la fabrication de leur fromage. Ce lactosérum est alors récupéré et stocké dans des silos jusqu'à ce qu'une autre entreprise vienne le chercher. Cette dernière joue le rôle d'intermédiaire entre le fournisseur de lactosérum et le preneur. Elle revendra ensuite le lactosérum aux entreprises pour divers usages, dont l'alimentation du porc sur des fermes ou bien pour la production alimentaire d'entreprises telles que Saputo, qui le transforment afin de créer de nouveaux produits.

La fromagerie ne vend pas son produit à l'entreprise collectrice. Il s'agit d'un échange gagnant-gagnant où l'entreprise collectrice vient recueillir à ses frais le lactosérum, permettant ainsi à la fromagerie polyethnique d'épargner en frais de gestion de matières résiduelles.

À propos du sérum

Les protéines contenues dans le sérum offrent d'excellentes propriétés fonctionnelles, notamment au niveau de leur solubilité, de leur capacité à absorber et à fixer l'eau, la gélification et ses propriétés émulsifiantes et moussantes. De nombreuses utilisations du sérum sont possibles dans l'alimentation humaine et animale. Toutefois, sa forte teneur en eau (94 %), sa salinité élevée et son altérabilité rendent sa valorisation plus difficile. Lorsque le lactosérum n'est pas valorisé, celui-ci doit être traité avant d'être disposé étant donné qu'en grande quantité, il peut constituer une matière très polluante. Si déversé dans un cours d'eau, il pourrait être à l'origine de pollution grave due à la fermentation de ses matières organiques (lactose et matières azotées) et à la diminution de la teneur en oxygène dissous de l'eau au dessous d'un seuil acceptable (FAO, 1998).

5.2.12 Laiterie Chalifoux

La laiterie Chalifoux fabrique ses fromages à partir d'un procédé à l'ultrafiltration et produit 200 000 litres de lait par jour. Tout comme la fromagerie polyethnique, elle génère du lactosérum comme sous-produit. Il semble aussi y avoir présence de synergies, notamment avec Saputo qui valorise le lactosérum et les protéines de lactosérum (Hydro-Québec, s.d.).

5.3 Projets futurs de synergies

La MRC de Pierre-De Saurel est en constante évolution afin de développer son secteur économique et son implication environnementale. Les projets suivants sont des projets de synergies présentement évalués et qui verront peut-être le jour dans les années à venir.

5.3.1 Chauffage d'agglomération par la ville de Sorel-Tracy

Un projet de chauffage d'agglomération est envisagé à la ville de Sorel-Tracy entre quelques édifices appartenant à la municipalité. Bien qu'il s'agisse d'un projet envisagé à l'intérieur d'une même institution (la municipalité de Sorel-Tracy) et non entre différents entreprises ou organismes, la synergie impliquera différents types d'infrastructures possédant des missions différentes. Le projet vise à récupérer la chaleur du centre de curling afin de la réutiliser pour alimenter le centre culturel, la piscine municipale et l'ancienne mairie (lieu prévu pour les futurs locaux du CTTÉI). Ces bâtiments sont situés à proximité les uns des autres. À l'heure actuelle, la chaleur du curling est perdue en étant rejetée à l'extérieur du bâtiment. Ce projet permettrait ainsi d'augmenter l'efficacité énergétique et de réduire la facture d'électricité.

5.3.2 Chauffage d'agglomération par Rio Tinto Fer et Titane

Une étude de faisabilité est présentement en cours afin d'évaluer la possibilité de mettre en place un projet de valorisation thermique afin d'alimenter quelque 10 000 foyers. La chaleur serait tirée des installations de Rio Tinto Fer et Titane et alimenterait des foyers situés à proximité.

5.4 Les Opportunités

Bien que la MRC recèle déjà un grand nombre de synergies, elle dispose aussi d'un large potentiel de développement de symbioses industrielles. Voici quelques opportunités qui pourraient être soumises à une étude de faisabilité.

Mise en valeur de scories pour réduire le taux de phosphore

D'après la chercheuse Aleksandra Drizo de l'Université du Vermont, un système de barrage contenant des scories d'acier pourrait permettre de réduire la concentration de phosphore dans les eaux des bassins versants dans une proportion de 75 à 90 %. Elle propose que des barrages spéciaux, contenant ces sous-produits, soient installés aux embouchures de rivières et de ruisseaux. En plus de son coût peu élevé estimé à 6 \$ la tonne, les barrages de scories ne nécessitent aucune source d'énergie et n'exigent qu'un entretien minimal. Un projet pilote de barrage de scories d'acier est d'ailleurs en préparation à l'embouchure du ruisseau Black, à Venise-en-Québec (Radio-Canada, 2006).

Il pourrait s'agir d'une voie à explorer pour contrer la problématique d'algues bleues répandue au Québec, sachant que la MRC de Pierre-De Saurel possède une importante industrie de l'acier.

Réutilisation du dioxyde de soufre de QIT dans la production de gypse

Les études menées sur les projets de synergies à travers le monde ont permis d'identifier des projets de synergies qui pourraient être transposés aux industries de la MRC de Pierre-De Saurel. Puisque Rio Tinto Fer et Titane génère 8 695 tonnes de dioxyde de soufre en 2009, le parallèle peut être fait avec le projet de réutilisation du dioxyde de soufre dans la production de panneaux de gypse mené à Kalundborg. Il serait pertinent d'étudier la possibilité d'un tel projet (Rio Tinto Fer et Titane, 2009). Bien qu'aucun producteur de gypse ne semble être présent dans la région de Sorel-Tracy, la synergie pourrait avoir lieu de concert avec une entreprise d'une région voisine.

Valorisation des cendres volantes

Bétons FormaStone utilise actuellement des cendres volantes dans la composition de son béton. Ce procédé offre un grand nombre de bénéfices, tant économiques qu'environnementaux et techniques. Cette méthode pourrait être imitée par plusieurs producteurs de béton et ciment de la région. Ainsi, une analyse pourrait être menée afin d'identifier les générateurs de cendres volantes de la région et des environs, puis développer des synergies à ce niveau et mettre en valeur les cendres volantes.

Valorisation de sédiments et autres matières pour le remblai des sablières de Gersol

Tel que mentionné précédemment, les sablières de Gersol se rapprochent du niveau plancher. Ainsi, l'entreprise aura besoin de matière pour remblayer et tente de trouver une méthode de remblayage qui permettra d'optimiser la revégétalisation du milieu.

Utilisation de résidus de RTFT comme agrégat dans la production de Béton FormaStone

Béton FormaStone tente d'innover et d'ajouter un caractère particulier aux produits de béton qu'ils offrent. Ainsi, il pourrait être pertinent de se pencher sur les d'opportunités d'échanges avec RTFT.

5.5 Les limites

Voici quelques facteurs limitant la mise en place de symbioses dans la MRC de Pierre-De Saurel. Il apparaît que la région est confrontée sensiblement aux mêmes types de contraintes que partout ailleurs.

Réglementation

La réglementation entraine quelques contraintes dues au fait que certains sous-produits sont considérés comme étant des déchets dangereux, réduisant ainsi les possibilités de mise en place de synergies les impliquant.

« En vertu du Règlement sur les déchets dangereux, les poussières d'aciérage sont considérées déchets dangereux parce qu'elles sont des résidus lixiviables dont les concentrations en métaux lourds sont supérieures dans certains cas aux normes établies » (Environnement Québec, 2003).

Sables Collette, filiale de Gersol, est pour sa part confrontée à un autre type de contrainte légale. Les sédiments qu'elle excave dans le cadre de ses activités sont dans certains cas contaminés, les contraignant à l'enfouissement plutôt qu'à la réutilisation.

Distance

La distance est un facteur limitant à plusieurs niveaux. Elle limite le nombre d'échanges possibles à un certain périmètre donné étant donné qu'elle influe sur les frais de transport. La distance a aussi pour effet de réduire le bénéfice environnemental de la synergie en générant une plus grande quantité d'émissions atmosphériques liées au transport. C'est d'ailleurs une des contraintes que Béton FormaStone rencontre actuellement étant donné qu'il est situé à l'extérieur du périmètre de livraison d'un fournisseur potentiel de béton à 90 % recyclé, duquel il souhaite s'approvisionner. Les principales réticences du fournisseur viennent du fait que parcourir de telles distances n'est pas en lien avec leur idéologie environnementale.

Disponibilité de la matière

Cette contrainte est inévitable. Bien qu'une entreprise soit preneuse d'une matière en particulier, elle est limitée par sa disponibilité. Ainsi, il importe qu'une autre entreprise la génère comme sous-produit afin de compléter la synergie et vice-versa. La MRC de Pierre-De Saurel n'est pas épargnée par cette contrainte étant donné qu'un grand nombre de preneurs ou de fournisseurs de sous-produits ne peuvent être mis en commun malgré leurs offres et besoins respectifs en matière.

Contraintes économiques

Les partenaires de la MRC ne sont pas épargnés par les fluctuations du prix des matières qui affectent la mise en place d'échanges. Korhani est notamment directement confronté à

cet inconvénient étant donné qu'ils donnent leur polypropylène plutôt que de le vendre, alors même qu'ils arrivaient à le vendre quelques années auparavant. Bien que dans leur cas ceci n'ait pas empêché la synergie car ils épargnent tout de même en frais de gestions, pour d'autres, ce phénomène peut faire la différence entre la rentabilité et la non-rentabilité.

La compétition entre les fournisseurs fait en sorte que certains producteurs tels que Béton FormaStone décident de s'approvisionner à l'extérieur de la région auprès de fournisseurs dont les prix sont plus compétitifs.

Contraintes techniques

La technologie, l'innovation et les moyens techniques sont fondamentaux au développement de symbioses. Bien qu'un grand nombre d'organismes et d'entreprises contribuent à innover et à développer des méthodes de mise en valeur des matières résiduelles dans la région, plusieurs entreprises se butent à un manque de moyens techniques et de savoir-faire. Pour revenir à l'exemple de Sables Collette, les opportunités de valorisation des sédiments excavés sont pour l'instant limitées. Ils travaillent donc actuellement sur un projet d'expérimentation afin d'étudier le processus décontamination et d'élargir les opportunités de valorisation futures.

5.6 Aperçu général

C'est sans aucun doute qu'il y a présence d'un dynamisme important en écologie industrielle parmi les organismes et les entreprises de la MRC de Pierre-De Saurel. Ceux-ci ont à cœur le développement durable et leurs actions le laissent paraître. Une place importante est par ailleurs allouée à la recherche et développement afin de stimuler l'innovation et d'instituer des procédés innovateurs. À la lumière des synergies décrites précédemment, un début de symbiose industrielle voit le jour selon la méthode 3-2 *heuristic* de M. Chertow. À quelques niveaux, il y a présence d'au moins trois entreprises qui s'échangent au moins deux sous-produits. Un noyau semble en effet s'être formé entre ArcelorMittal, Ferrinov, Minéraux Mart, Minéraux Harsco, RTFT et les Forges de Sorel.

6 RECOMMANDATIONS

La MRC de Pierre-De Saurel est un bel exemple d'intégration de l'écologie industrielle au Québec et un grand nombre de ses entreprises se démarquent en tentant constamment de repousser les limites. Cette section fournit quelques recommandations globales et locales.

6.1 Recommandations globales

Les trois recommandations suivantes visent un niveau d'application général.

Harmoniser les données gouvernementales sur la génération de matière résiduelle

Actuellement, les données du provincial et du fédéral diffèrent les unes des autres étant donné qu'elles ne comptabilisent pas tout à fait les mêmes éléments dans leurs bilans de matières résiduelles. En plus de laisser transparaître un manque de consensus et d'harmonisation des méthodes dans la gestion des ressources, ceci contribue à générer de la confusion et peu entraîner des évaluations erronées. Il serait donc souhaitable qu'une harmonisation soit faite au niveau de ce type de données afin de faciliter le travail des organismes qui s'y réfèrent.

Intégrer les externalités négatives dans le prix des produits

Un grand nombre d'externalités négatives se dégagent de la production de biens et services, dont la dégradation de l'environnement et du niveau de santé, la réduction de la disponibilité de ressources et bien d'autres. Ces externalités ne sont cependant pas reflétées dans les coûts d'exploitation, ni dans les prix finaux, mais sont toutefois absorbées aux niveaux social et environnemental. Par conséquent, certains individus sont assujettis à une perte de bien-être et doivent parfois même contribuer monétairement afin de pallier les effets négatifs.

Ainsi, l'implantation de mesures visant à intégrer les externalités négatives dans les coûts de production de biens et services favoriserait le développement des synergies en plus de fournir de nombreux autres avantages. D'une part, elle permettrait de sensibiliser les

entreprises à la valeur et à la rareté de la matière première en l'associant à son coût réel. Les entreprises seraient donc plus enclines à réutiliser cette matière et à valoriser ses sous-produits d'exploitation à l'aide de diverses mesures dont les synergies. D'autre part, de telles mesures fourniraient un avantage concurrentiel aux entreprises responsables socialement et environnementalement et stimuleraient l'innovation.

Offrir des incitatifs fiscaux aux entreprises

La principale barrière à la mise en place de synergies est de nature économique. Avant de lancer de nouveaux projets de développement, les entreprises s'assurent que ceux-ci seront économiquement viables. Il arrive donc que de tels projets soient mis de côté même s'ils étaient viables à plus long terme ou s'ils génèrent d'importants bénéfices pour la communauté.

Accorder un plus grand nombre d'incitatifs fiscaux destiné aux pratiques écoresponsables et à l'innovation des entreprises permettrait donc de stimuler le développement de synergies et d'initier des projets dégagant de larges bénéfices pour la société ou à long terme.

6.2 Recommandations locales

Les quatre recommandations suivantes visent un niveau d'application local.

Informier et sensibiliser les entreprises et les acteurs régionaux

La mise en place de synergies passe avant tout par la sensibilisation et l'information. Il importe de faire connaître aux entreprises ce que sont les symbioses et les synergies industrielles ainsi que les nombreux avantages sous-jacents. Comme la majorité d'entre elles ne sont pas familières avec ces concepts, un point de départ serait de faire connaître les concepts de l'écologie industrielle. Par ailleurs, la MRC compte plusieurs organismes d'aide au développement, il serait donc bénéfique de faire connaître les différents types d'aides disponibles qui permettront d'encadrer et de développer de nouveaux projets de synergies. La BRIQ est notamment un instrument qui gagne à se faire connaître étant donné qu'il est d'un apport direct pour le développement de synergies.

Stimuler la recherche et développement

L'écologie industrielle est un domaine en émergence. Un nombre croissant d'applications de ce concept est notable, mais il reste encore confronté à de nombreuses contraintes techniques et de savoir-faire. Il est donc important de poursuivre la recherche et développement et le partage des connaissances afin de donner jour à de nouvelles intégrations de sous-produits. Une veille sur les projets et les méthodes encourues à l'international peut permettre de transposer des méthodes innovatrices dans la MRC de Pierre-De Saurel. Un inventaire des projets de symbioses où sont impliquées des ressources utilisées et générées sur le territoire de la MRC pourrait stimuler le développement des synergies.

Diversifier l'industrie

Le secteur industriel de la MRC de Pierre-De Saurel est essentiellement axé sur la métallurgie et intensément relié aux activités de RTFT. Il pourrait être bénéfique de développer des industries connexes afin de varier les sources d'approvisionnement et d'élargir les possibilités de synergies.

Poursuivre la documentation des synergies de la région

Des synergies ont parfois lieu à des endroits inattendus et peuvent être difficiles à déceler. Leur développement est par ailleurs un processus en constante évolution. Le schéma des synergies présenté précédemment à la figure 5.1 demeure donc un outil à bonifier et à documenter. Une poursuite de la caractérisation des synergies présentes dans la MRC devrait être faite afin de maintenir à jour et d'approfondir l'information sur les activités des entreprises, d'élargir leur inventaire, de permettre de mieux les connaître et d'identifier des opportunités futures.

CONCLUSION

La mise en place de symbioses industrielles est un processus de longue haleine nécessitant une implication intégrée des acteurs régionaux. Elles offrent un grand nombre d'avantages tant au niveau économique, social, qu'environnemental. Il faut toutefois garder en tête qu'il s'agit d'un des nombreux outils favorisant l'amélioration de la condition environnementale et qu'il devrait être utilisé de concert avec d'autres. Ainsi, avant de se lancer dans d'importants projets de synergies, un travail devrait préalablement être fait pour la réduction à la source et la réutilisation à l'interne.

Les exemples de symbioses industrielles vont croissant à travers le monde. Celles-ci s'avèrent souvent reliées à des industries lourdes. La MRC de Pierre-De Saurel tend à se démarquer dans le domaine environnemental. Son secteur industriel fortement lié à une industrie métallurgique est d'ailleurs un secteur propice à ce type de développement. Cet avènement ne peut qu'être bénéfique, non seulement pour la région, mais pour l'ensemble de la province où l'industrie de la métallurgie représente 6 % du PIB et 31 200 emplois (Les affaires, s.d.).

La MRC représente un grand potentiel pour le développement de symbioses industrielles. En plus du grand nombre de synergies déjà observables, les éléments incontournables de leur réussite sont pour la plupart déjà présents. En complément d'une entreprise pilier tel que Rio Tinto Fer et Titane, la région dispose d'un nombre d'organismes de développement importants dont le CLD, le Technocentre en écologie industrielle, la SADC et le CTTÉI. Par ailleurs, une conscience environnementale collective est ressentie dans la région et un grand nombre d'actions sont entreprises pour l'environnement, en plus des nombreuses entreprises qui se démarquent par leur caractère écoresponsable. La ville de Sorel-Tracy aspire d'ailleurs à devenir la première technopole en écologie industrielle.

Lors du présent projet de recherche, il fut observé qu'un grand nombre de synergies furent propulsées par des motivations économiques permettant de réduire les coûts, notamment en ce qui a trait aux frais de gestion des matières résiduelles. Ainsi, dans bien des cas, le troc est utilisé puisque les sous-produits sont donnés à l'entreprise preneuse en échange de leur collecte.

Les métaux ferreux sont fortement valorisés étant donné leur grande valeur. Toutefois, un effort supplémentaire devra être fait pour les autres types de matières afin d'augmenter leur valorisation. Des politiques provinciales et fédérales jouent un rôle important pour stimuler ce type d'actions et devraient être orientées en ce sens. Il importe par ailleurs de poursuivre les travaux de recherche et développement afin de trouver de nouvelles avenues pour les différentes matières et d'élargir les possibilités de valorisation.

En somme, la MRC de Pierre-De Saurel recèle un énorme potentiel pour le développement de symbioses industrielles. Elle pourrait devenir un moteur pour l'innovation et servir d'exemple pour le reste de la province et du pays.

RÉFÉRENCES

- Baas, L., Huisingh, D. (2008), The synergistic role of embeddedness and capabilities in industrial symbiosis: illustration based upon 12 years of experiences in the Rotterdam Harbour and Industry Complex. *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 5, Nos. 5/6, p. 399-421.
- Centre de Transfert Technologique en Écologie Industrielle (CTTÉI) (s.d.). Le CTTÉI, *In* http://www.cttei.qc.ca/cttei_historique.php, [En ligne]. <http://www.cttei.qc.ca> (page consultée le 2 février).
- Chertow, M. (2007), “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 11, N° 1, p. 11-30.
- Chertow, M. (2000), Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Reviews*, p. 313-337.
- CLD de Pierre-de Saurel (2011). *CLD Pierre-de Saurel*, [En ligne]. <http://www.cld-pierredesaurel.com/> (page consultée de 18 février 2011).
- Conseil régional de l'environnement de la Montérégie (CRE) (s.d.). *Conseil régional de l'environnement de la Montérégie*, [En ligne]. <http://www.crem.qc.ca/index.php> (page consultée le 18 février 2011).
- Environnement Québec (2003). Fonds de recherche et de développement technologique en environnement, [En ligne]. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs42205> (page consultée le 31 mai).
- FAO (1998). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, [En ligne]. <http://www.fao.org/docrep/t4280f/T4280F0h.htm> (Page consultée le 2 juin 2011).
- Ferrinov pigments (s.d.). *Ferrinov pigments*, [En ligne]. www.ferrinov.com (Page consultée le 20 mai 2011).
- Giurco, D., Bossilkov, A., Patterson, J. and Kazaglis, A. (2010). Developing industrial water reuse synergies in Port Melbourne: cost effectiveness, barriers and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, p. 1-10.
- Grégoire-Racicot, L. (2011). Les Minéraux Harsco au cœur du développement durable. *In* Montérégie Web. Les 2 Rives, [En ligne]. http://montereგიweb.com/main+fr+01_300+Les_Mineraux_Harsco_au_coeur_du_developpement_durable.html?JournalID=9&ArticleID=699928 (Page consultée le 10 mai 2011).
- Hydro-Québec (s.d.). Laiterie Chalifoux. *In* Hydro-Québec, Technologies efficaces – Alimentation - témoignages [En ligne]. http://www.hydroquebec.com/affaires/moyen/services_conseils/temoignages-alimentation.html (Page consultée le 30 mai 2011).
- Industrial Symbiosis Institute (2008), *New technologies and innovation through Industrial Symbiosis*, Kalundborg, Denmark, 5 p.

- Institut de développement de produits (2008), *L'écoconception : quels retours économiques pour l'entreprise ?*, Canada, Montréal, 37 p.
- Jacobsen, N. (2006), Industrial Symbiosis in Kalundborg, Danemark – A Quantitative Assesment of Economic and Environmental Aspects. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 10, n° 1-2, p. 239-255.
- Le Bédouin (s.d.), Le Bédouin, [En ligne]. [www. Lebedouin.com](http://www.lebedouin.com) (Page consultée le 30 mai 2011).
- Les affaires (s.d.). L'industrie de la métallurgie. In CSMO métallurgie du Québec. Comité sectoriel de main-d'œuvre de la métallurgie du Québec, [En ligne]. <http://www.metallurgie.ca/veille/dossierspecial.pdf> (Page consultée le 1^{er} juin 2011).
- Minéraux Mart (s.d.). Minéraux Mart inc., [En ligne]. www.minerauxmart.com (Page consultée le 25 mai 2011).
- MRC Pierre-de Saurel (2011). *MRC Pierre-de Saurel, In* <http://www.mrcpierredesaurel.com/developpement-economique>, [En ligne]. <http://www.mrcpierredesaurel.com/profil-de-la-mrc> (page consultée de 18 février 2011).
- Municipalité régionale de comté (MRC) du Bas-Richelieu (2005). *Plan de gestion des matières résiduelles de la MRC du Bas-Richelieu*. MRC Pierre-de Saurel, Sorel-Tracy, 139 p.
- Objois, C (2011). La technopole en écologie industrielle : Le fer de lance pour l'avenir de la région. *Contacts affaires*. Vol .13, n° 1, p. 1-88.
- Pinna, J (2011). Amélioration de la gestion des matières résiduelles dans les entreprises de la MRC de Pierre-De Saurel. Sorel-Tracy, CTTEI, 93 p.
- QIT-Fer et Titane inc. (s.d.). QIT-Fer et Titane inc., [En ligne]. <http://www.qit.com> (page consultée le 20 mai).
- Québec. Emploi Québec Montérégie (2009), *Portrait du marché du travail MRC Pierre-de Saurel*. Saint-Hyacinthe, Emploi Québec Montégérie, 45 p.
- Radio-Canada (2006). Cyanobactéries - Les scories d'acier pourraient régler le problème, [En ligne]. <http://www.radio-canada.ca/regions/estrie/2006/12/03/001-scories-acier.shtml> (Page consultée le 3 juin 2011).
- Ressources naturelles Canada (2011), Consultations sur une Stratégie canadienne de la récupération des ressources Compte rendu de la consultation du Québec, réalisée à Montréal le 12 juin 2002. In Gouvernement du Canada, *Ressources naturelles Canada*, [En ligne]. <http://www.nrcan.gc.ca/mms-smm/busi-indu/rad-rad/crr-pgc/crr-mon-fra.htm> (Page consultée le 3 juin 2011).

- Rio Tinto Fer et Titane (2009). *S'adapter*. Rapport de développement durable 2009. 44 p.
- Rodgers, C (2010). Ferrinov signe une entente avec Univar. *In* Cyberpresse, La presse affaire. [En ligne]. <http://lapresseaffaires.cyberpresse.ca/portfolio/portrait-2010/monteregie-est/201002/09/01-947899-ferrinov-signe-une-entente-avec-univar.php> (Page consultée le 31 mai).
- SADC du Bas-Richelieu (s.d.). *Stimuler l'innovation et la performance des PME avec l'écoconception*, [En ligne]. <http://www.soreltracyregion.net/fich/doc/econo/sadc/175.pdf> (page consultée le 2 mai 2011).
- Sistla, S, Chintalapati, S and Dhillon, J (2007), Integrated Environment Through Industrial Ecology and Business Ecology, *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, vol. 6, n° 6, p. 2095-2108.
- Sorel Tracy Region (2010a). *Le centre de recherche en environnement UQAM Sorel-Tracy (CREUST)*, [En ligne]. <http://www.soreltracyregion.net/enviro/creust/creust.php> (page consultée le 18 février 2011).
- Sorel Tracy Region (2010b). *Recyclo-Centre*, [En ligne]. <http://www.soreltracyregion.net/societe/cdc/organisme.php/51> (Page consultée le 20 mai 2011).
- Sorel Tracy Region (2010c). *Société d'aide au développement de la collectivité (SADQ) de Pierre-de Saurel*, [En ligne]. <http://www.soreltracyregion.net/econo/page/sadc/s/accueil> (Page consultée le 20 février 2011).
- Sorel Tracy Region (2010d). *Alstom Hydro développe son activité en Amérique du Nord avec l'extension de son siège social canadien*, [En ligne]. <http://www.soreltracyregion.net/actualite/page/actualite/article/a/9636> (Page consultée le 15 mai 2011).
- Systèmes durables (s.d.). Presteo. *In* Systèmes durables, [En ligne]. <http://www.systemes-durables.com/spip/spip.php?article36> (page consultée le 28 avril 2011).
- TechnoCentre en écologie industrielle (2009). *TechnoCentre en écologie industrielle*, [En ligne]. <http://ecocarrefour.ca/> (Page consultée de 15 février 2011).
- Transport Québec (2009). Les peintures anticorrosion pour structures métalliques – Évolution récente. *In* Ferrinov pigment. Salle de presse, [En ligne]. http://www.ferrinov.com/fre/pdf/2009-03_infoDLCf.pdf (Page consultée le 20 mai 2011).
- Vallès, J-F. (2001), *Écoparc – La gestion durable de parcs d'activités*. [En ligne]. <http://www.ecoparc.com/ecologie-industrielle/kalundborg.php> (page consultée le 12 avril, 2011).

- Van Beers, D., Corder, G., Bossilkov, A. and van Berkel, R. (2007). Industrial Symbiosis in the Australian Minerals Industry - The Cases of Kwinana and Gladstone, *Journal of Industrial Ecology*, Volume 11, n° 1, p. 55-72.
- Vinther, L. (2009), *Opportunities and Barriers Related to Regional Industrial Ecology in the Region of Sjælland, DK*. Mémoire de maîtrise, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark, 201 p.